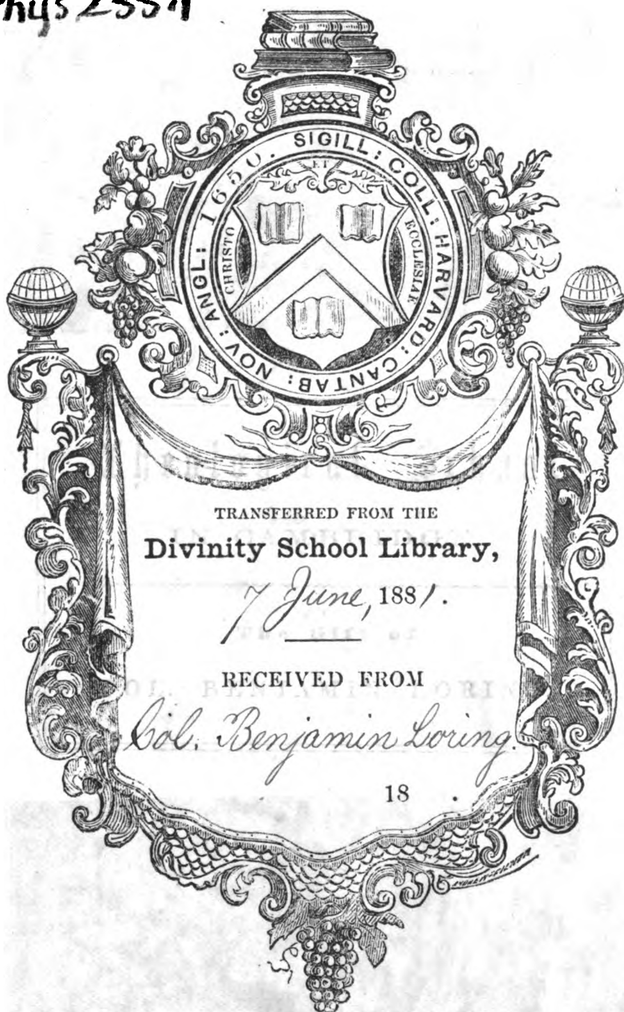

SIGILL: COLL: HARVARD: CANTAB: NOV: ANGL: 1650.
CHRISTO ET ECCLESIAE

Grundzüge

der

Physik und Chemie

zum Gebrauch

für höhere Lehranstalten

und

zum Selbstunterricht für Gewerbtreibende und Freunde der Naturwissenschaft

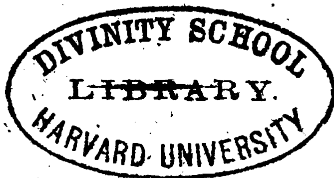
entworfen

von

Karl Wilhelm Gottlob

K. W. G. Kastner,

Professor zu Bonn.



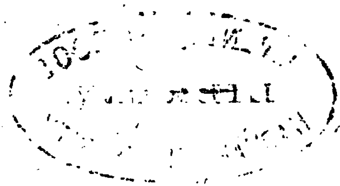
Fr. Lücke

Mit 11 Holzschnitten.

Bonn,

bei Eduard Weber.

1821.



Dem

Prediger Kastner

zu

Swinemünde auf der Insel Usedom

seinem

wackern Vater und ersten Lehrer

in

dankbarer Verehrung und mit treuer Liebe

der Verfasser.

Von einigen einsichtsvollen Schulmännern und von mehreren Gewerbtreibenden wiederholt aufgefordert: eine gedrängte vereinte Darstellung der neueren Physik und Chemie zu entwerfen, versuchte ich es (die neueste Literatur beider Wissenschaften möglichst zu Rathe ziehend) um so mehr dieser Aufforderung Folge zu leisten, als sie ähnlichen eigenen, bereits durch meine Experimentalphysik ausgesprochenen Wünschen begegnete, und als sich mir dadurch aufs Neue eine Gelegenheit darbot, jenem Streben förderlich zu seyn, welchem die Herausgabe des Deutschen Gewerbsfreundes gewidmet bleibt. Ein mehrjähriger zahlreicher Briefwechsel mit Gewerbtreibenden fast aller Deutschen Lande, hat mir nämlich die Ueberzeugung gewährt, daß die Chemie im Volke der Deutschen nicht eher Leben gewinnen und dem öffentlichen Wohle nicht früher wahrhaft ersprießlich seyn wird, bevor sie nicht in die Schulen eingeführt, und zunächst wenigstens, gleich der Physik, in den Unterricht der Gymnasien und Lyzeen förmlich aufgenommen worden ist; denn wahrlich, was dem größeren Theile der Jünglinge fremd bleibt, davon werden auch die künftigen Männer nicht zeugen, wenn es gilt, zum eigenen und zum allgemeinen Besten zu nutzen, was die Forscher aus dem Schooße der Natur zu Tage zu fördern nicht aufhören, und was der rege Erfindungsgeist fortdauernd zu spenden nicht müde wird. Dieses berücksichtigend und zugleich jene Anfänger (z. B. junge Apotheker, Kaufleute, Oekonomen rc.) nicht aus dem Auge verliehrend, welchen Zeit und Umstände den Unterricht auf höheren Lehranstalten versagen, und die es daher versuchen müssen,

durch Selbstunterricht sich anzueignen, was anderen auf dem gemächlicheren und kürzerem Wege der mündlichen Belehrung zu Theil wird, habe ich mich bemüht vorliegenden Grundzügen eine Form zu geben, von der ich hoffe, daß sie nicht nur beiden Arten von Lesern genügen, sondern auch jenen Freunden der Naturwissenschaft nicht unwillkommen seyn wird, welchen Berufsarbeiten und Tagesgeschäfte nicht hinreichende Muße gewähren, um sich dem Studium größerer Lehrbücher der Physik und Chemie überlassen zu können. Während nämlich der unmittelbare Inhalt der §§. und jener der den §. 65 bis 72 zugehörigen (die phys. Astronomie und die mathemat. Geographie betreffenden) Bemerkungen zunächst zum Unterrichte für gelehrte Schulen und höhere Lehranstalten bestimmt ist, bleiben die den übrigen §§. angehängten Bemerkungen theils der Auswahl des Lehrers, theils dem Nachlesen der Lernenden überlassen. Ob aber sämmtliche (nur in ihrer Verbundenheit zur Erleichterung des Selbststudiums beider Wissenschaften geeignete) §§. und Bemerkungen wirklich die Physik und Chemie als zu Einem Ganzen verbunden erscheinen lassen, und ob es mir gelungen ist, sowohl hinsichtlich der beschriebenen Thatsachen, wie auch rücksichtlich der Schätzung fremder und der Mittheilung eigener neuer Beobachtungen und Ansichten (wie solche das Inhalts-Verzeichniß andeutet) meinem Wunsche gemäß, weder zu gedrängt noch zu ausführlich geworden zu seyn — darüber steht mir kein Urtheil zu. Jetzt, da das Buch beendet vor mir liegt, wünsche ich freilich Manches zweckmäßiger entwickelt zu haben als es geschehen ist, (z. B. den S. 91 in der 2ten Bem. versuchten Uebergang von der Betrachtung des Stoßes elastischer Kugeln zu derjenigen des Schalles) indeß habe ich mir Abschweifungen wissentlich nie auf Kosten der Verständlichkeit zu Schulden kommen lassen, und auch in dieser Hinsicht harre ich vertrauungsvoll der belehrenden Beurtheilung billiger Richter.

Bonn im August 1820.

Kastner.

Inhalt.

Einleitung. Seite 1 — 73.

Erstes Kapitel.

Von der Bewegung. Seite 74 — 113.

Zweites Kapitel.

Von der Schwere. Seite 114 — 185.

Drittes Kapitel.

Von dem Drucke und von der Anhaftung des Flüssigen. Seite 186 — 257.

Viertes Kapitel.

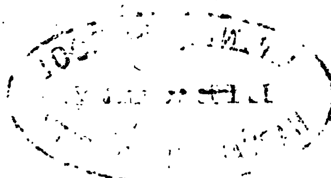
Von dem Lichte. Seite 258 — 330.

Fünftes Kapitel.

Von der Wärme. Seite 331 — 355.

Sechstes Kapitel.

Von dem Magnetismus, von der Elektricität und von dem Galvanismus. Seite 356 — 404.



Dem

Prediger Kastner

zu

Swinemünde auf der Insel Usedom

seinem

wackern Vater und ersten Lehrer

in

dankbarer Verehrung und mit treuer

Liebe

der Verfasser.

Von einigen einsichtsvollen Schulmännern und von mehreren Gewerbtreibenden wiederholt aufgefordert: eine gedrängte vereinte Darstellung der neueren Physik und Chemie zu entwerfen, versuchte ich es (die neueste Literatur beider Wissenschaften möglichst zu Rathe ziehend) um so mehr dieser Aufforderung Folge zu leisten, als sie ähnlichen eigenen, bereits durch meine Experimentalphysik ausgesprochenen Wünschen begegnete, und als sich mir dadurch aufs Neue eine Gelegenheit darbot, jenem Streben förderlich zu seyn, welchem die Herausgabe des Deutschen Gewerbsfreundes gewidmet bleibt. Ein mehrjähriger zahlreicher Briefwechsel mit Gewerbtreibenden fast aller Deutschen Lande, hat mir nämlich die Ueberzeugung gewährt, daß die Chemie im Volke der Deutschen nicht eher Leben gewinnen und dem öffentlichen Wohle nicht früher wahrhaft ersprießlich seyn wird, bevor sie nicht in die Schulen eingeführt, und zunächst wenigstens, gleich der Physik, in den Unterricht der Gymnasien und Lyzeen förmlich aufgenommen worden ist; denn wahrlich, was dem größeren Theile der Jünglinge fremd bleibt, davon werden auch die künftigen Männer nicht zeugen, wenn es gilt, zum eigenen und zum allgemeinen Besten zu nutzen, was die Forscher aus dem Schooße der Natur zu Tage zu fördern nicht aufhören, und was der rege Erfindungsgeist fortdauernd zu spenden nicht müde wird. Dieses berücksichtigend und zugleich jene Anfänger (z. B. junge Apotheker, Kaufleute, Oekonomen rc.) nicht aus dem Auge verliehrend, welchen Zeit und Umstände den Unterricht auf höheren Lehranstalten versagen, und die es daher versuchen müssen,

durch Selbstunterricht sich anzueignen, was anderen auf dem gemächlicheren und kürzerem Wege der mündlichen Belehrung zu Theil wird, habe ich mich bemüht vorliegenden Grundzügen eine Form zu geben, von der ich hoffe, daß sie nicht nur beiden Arten von Lesern genügen, sondern auch jenen Freunden der Naturwissenschaft nicht unwillkommen seyn wird, welchen Berufsarbeiten und Tagesgeschäfte nicht hinreichende Muße gewähren, um sich dem Studium größerer Lehrbücher der Physik und Chemie überlassen zu können. Während nämlich der unmittelbare Inhalt der §§. und jener der den §. 65 bis 72 zugehörigen (die phys. Astronomie und die mathemat. Geographie betreffenden) Bemerkungen zunächst zum Unterrichte für gelehrte Schulen und höhere Lehranstalten bestimmt ist, bleiben die den übrigen §§. angehängten Bemerkungen theils der Auswahl des Lehrers, theils dem Nachlesen der Lernenden überlassen. Ob aber sämmtliche (nur in ihrer Verbundenheit zur Erleichterung des Selbststudiums beider Wissenschaften geeignete) §§. und Bemerkungen wirklich die Physik und Chemie als zu Einem Ganzen verbunden erscheinen lassen, und ob es mir gelungen ist, sowohl hinsichtlich der beschriebenen Thatsachen, wie auch rücksichtlich der Schätzung fremder und der Mittheilung eigner neuer Beobachtungen und Ansichten (wie solche das Inhalts-Verzeichniß andeutet) meinem Wunsche gemäß, weder zu gedrängt noch zu ausführlich geworden zu seyn — darüber steht mir kein Urtheil zu. Jetzt, da das Buch beendet vor mir liegt, wünsche ich freilich Manches zweckmäßiger entwickelt zu haben als es geschehen ist, (z. B. den S. 91 in der 2ten Bem. versuchten Uebergang von der Betrachtung des Stoßes elastischer Kugeln zu derjenigen des Schalles) indeß habe ich mir Abschweifungen wissentlich nie auf Kosten der Verständlichkeit zu Schulden kommen lassen, und auch in dieser Hinsicht harre ich vertrauungsvoll der belehrenden Beurtheilung billiger Richter.

Bonn im August 1820.

Kastner.

Inhalt.

Einleitung. Seite 1 — 73.

Erstes Kapitel.

Von der Bewegung, Seite 74 — 113.

Zweites Kapitel.

Von der Schwere. Seite 114 — 185.

Drittes Kapitel.

Von dem Drucke und von der Anhaftung des Flüssigen. Seite 186 — 257.

§. 77. Ziehung der Tropfentheile gegen die Tropfenoberfläche. §. 78. Fortpflanzung des Drucks in tropfbaren und in Gasen. Mitwirkung des vermehrten Drucks beim Papinschen Topfe, bei der Dampfbleiche, Waschmaschine &c. Verbesserte Einrichtung der gen. Vorrichtungen. §. 79 — 80. Größe des Drucks in ungleich weiten Gefäßen; desgleichen in zusammenhängenden gleich- und ungleich hohen Röhren. Springbrunnen und Wasserkünste. Bramah's Presse und analogische Vorrichtungen. Wirkung des Grundwassers. Hydraulische und hydrotechnische Vorrichtungen und Anwendungen. §. 81 — 82. Geschwindigkeit des fallenden und des fließenden Wassers. §. 83. Der Stoßheber und hydraulische Widder. §. 84. Gegenwirkung ungleich dichter tropfb. Flüssigkeiten. Uebereilung der chemischen Wirkung durch die mechanische. §. 85. Größe der Druckgewalt im Innern der Flüssigkeiten. §. 86 — 90. Schwimmen der Leichteren und Untersinken der Schwereren. Bestimmung des Eigengewichts durch Wägen im Wasser, in der Luft. Senkwagen und Spindel (Aräometrie) Luftwägung. Luftschiffung. Fallschirm. §. 91 — 97. Barometer und barometrisches Höhenmessen. Tabelle über den mittleren Barometer- und Thermometerst. verschiedener Orte. Wasserbarometer. Die Seiches im Genfer See &c. §. 98. Heber, natürliche und künstliche. §. 99. Fernere Wirkung des einseitigen und des von entgegengesetzten Seiten ungleichen Luftdrucks: Handspritzen, pneumatische Geräthe, Saugpumpen und Druckwerke, Stechheber, Verdünnungs- und Verdichtungsluftpumpe, Feuerspritze, Dampfmaschinen und Windbüchsen. Compressionsfontainen. Heronsball und Heronsbrunnen. Kirchers Brunnen. Blaserohr &c. Blasebalg. Zusammenziehung des Luftstrals (analog. jener des Wasserstrals). Wassertrommel. Gasometer. Cylindergefäße &c. §. 100. Widerstand und Geschwindigkeit der strömenden Luft. Winde; Arten und Wirkung derselben. Wasserhosen und Landtromben: Wolken; Howard's Bestimmungen.

Viertes Kapitel.

Von dem Lichte. Seite 258 — 330.

§. 101. Begriffsbestimmung des Lichts. Selbstleuchtende und Finstere. Durchsichtige und Trübe. Stärke (Intensität) Verbreitungs- und Bewegungsweise des Lichts. Photometrie. Wirkung des Lichts. Natur desselben. Eintheilung der optischen Wissenschaften. §. 102. Spiegelung. Wirkliches und geomet. Bild. Augenmaaß. §. 103 — 105. Wirkung der ebenen Spiegel. Winkelspiegel. Kaleidoskop, &c. Archimedische Brennspiegel; von Capellens Untersuchung. §. 106 — 115. Sphärische, elliptische, parabolische, &c. &c. Spiegel. Hohle Brennspiegel. Vergrößerungs-

Fünftes Kapitel.

Von der Wärme. Seite 331 — 355.

Sechstes Kapitel.

Von dem Magnetismus, von der Elektricität und von dem Galvanismus. Seite 356 — 404.

Siebentes Kapitel.

Von dem Chemismus. Seite 405 bis Ende.

Verbesserungen.

Seite 2 Zeile 3 von oben statt selber lies selbst
— 2 — 11 von unten st. selber l. selbst
— 3 — 2 v. u. setze vor G. F. Biot 15)
— 3 — 22 v. u. statt Ansführung lies Ausführung
— 7 — 18 v. u. st. Beweise l. Bereiche
— 43 — 1 v. u. st. Eleltricitäten l. Elektricitäten
— 44 — 2 v. o. st. Aussenflächen l. Aussenflächen.
— 53 — 6 v. u. st. gebrannde l. gebrannt
— 57 — 16 v. o. st. 37 l. 27
— ‚ — 17 v. u. st. 31,387 l. 13,387
— 61 — 4 v. u. st. 1,750 l. 2,750
— 62 — 7 v. u. st. C H l. C H_2
— 63 — 18 v. u. st. Opalsäure l. Oxalsäure
— 67 — 3 v. o. st. Experimentalphisik l. Experimental-physik.
— 71 — 21 v. u. st. nm l. um
— 73 — 9 v. u. st. Chemie. Von l. Chemie; von
— 79 — 16 v. o. st. Seitenkräte l. Seitenkräfte.
— 79 — 7 v. u. st. verbrachten l. verbrauchten
— 83 — 14 v. o. st. Vorrichtungeu l. Vorrichtungen
— 97 — 19 v. o. st. parabbolis l. parabolis
— 115 — 10 v. o. st. nome l. nomene
— 128 — 6 v. o. st. Kegel l. Kegeln
— ‚ — 14 v. u. st. der des l. des
— ‚ — 13 v. u. vor ganzen setze der
— 129 — 17 v. u. statt Gesetzte lies Gesetzen

Seite 138 Zeile 16 von unten statt Tychot lies Tycho
— 151 — 8 v. o. st. 10 l. 1
— , — 15 v. u. st. 50° 24' l. 50° 44'
— , — , , st. 56' 6" l. 45' 33"
— 159 — 16 v. o. st. an l. von
— 163 — 14 v. o. st. Kolurn l. Koluren
— 176 — 6 v. u. st. 46° 26' 0" l. 0° 46' 26"
— 177 — 1 v. o. st. Häuptverhältnisse l. Hauptverhältnisse
— 196 — 10 v. o. st. den l. dem
— 192 — 14 v. o. st. §. 74 l. §. 75.
— 204 — 19 v. o. st. amolgamirt l. amalgamirt
— 224 — 5 u. 6. v. o. streiche beståbige und st. Justruments l.
Instruments
— 256 — 6 v. u. st. gemäß l. in Folge
— 270 — 16 v. u. st. Capelle's l. Capellen's
— 304 — 10 v. o. st. deren l. denen
— , — 12 v. u. st. Mitels l. Mittels
— 314 — 13 v. u. st. Gehler's l. Gehlen's
— 320 — 3 v. o. st. Difraction l. Diffraction
— 330 — 18 v. u. st. Eränzungsfarbeu l. Ergänzungsfarben
— 334 — 6 v. u. st. 1 + 3t = x l. 1 + 3 tx
— , — 6 v. u. st. 1 + t = x l. 1 + tx
Auf der letzten Seite des 21ten Bogens, setze oben statt 332 (S.) 336
Seite 437 2te Col. Zeile 18 von unten statt Pflanzkobalt lies Glanzkobalt
— 448 Zeile 1 von oben statt Kupfer lies Kupfer
— , — 1 von unten st. falzsäure l. Salzsäure

Grundzüge

der

Physik und Chemie

Einleitung.

§. 1.

Die Welt, zu der auch wir gehören, besteht aus zweierlei Wesen: lebende und leblose. Die „ersteren" bedürfen nicht nothwendig eines anderen Wesens ausser sich, um thätig zu seyn, sie sind selbstthätig; die „letzteren" sind nur insofern thätig, als sie von Aussen her dazu bestimmt werden, wirken nur, sofern ihnen entgegen gewirkt wird, oder sind nur durch Entgegnung oder Gegenwirkung thätig d. i. abhängig thätig.

1) Das Leben der Selbstthätigen „äußert" sich entweder, und thut sich dann kund durch Bewegungen, die im Innern der Lebenden erzeugt und unterhalten, auch wohl (bei Thieren und Menschen) so weit sie von der Willkühr abhangen, unterbrochen werden, oder es „verschließt" sich der Wahrnehmung durch scheinbare Ruhe und wirkliches Beharren in denselben Raumverhältnissen, wie z. B. im unbebrüteten Ey, im ungekeimten Saamen. Im letzteren Falle sind Lebensprincip (die an sich unwahrnehmbare Quelle der Selbstthätigkeit) und durch dasselbe belebter (ausserdem nur gegenthätiger) Stoff im Gleichgewichte ihrer Kräfte; im ersteren Falle ist dieses Gleichgewicht zu Gunsten des Lebensprincips gestört, so wie umgekehrt im Sterben das Gleichgewicht zu Gunsten des Stoffes aufgehoben wird, bis im Tode Lebensprincip und Stoff sich gänzlich trennen und ausser Verhältniß kommen.

2) Das Lebensprincip kommt nur zur Wahrnehmung, so fern es den Stoff belebt, d. h. ihn aufhören macht, nur gegenthätig zu seyn. Der Stoff hingegen ist sowohl für sich, als auch in Verbindung mit dem Lebensprincipe wahrnehmbar. Beide: Lebensprincip und Stoff wirken nur durch Kräfte.

3) Die Kräfte d. h. die thätigen Ursachen der Wirkungen sind bei

den Lebenden von geistiger, bei den leblosen von stoffiger Art. Geistig nennen wir, was ohne äusseren Bestimmungsgrund, nur sich selber bestimmend, oder „frei" wirkt; stoffig hingegen, was nur wirkt, so fern es dazu bestimmt wird, dessen Wirken mithin ein stetes Erleiden, ein „erzwungenes" oder nothwendiges ist.

4) Aber auch die geistigen Kräfte sind der Beschränkung fähig, und sie werden in jeglichem Lebenden auf eine besondere Weise und in einem besonderen Maaße während der Lebensdauer beschränkt; dies giebt die Verschiedenheiten des Lebens und der lebendigen Geschöpfe. Der Mensch ist hienieden das einzige Wesen, in welchem die Beschränkung seiner geistigen Kräfte so weit gemindert ist, daß er dieser seiner Kräfte d. i. seiner Freiheit sich bewußt werden kann; und nur sein Tod enthält—laut der Vermuthung, welche uns die Forschung und gemäß der Ueberzeugung, welche uns der Glaube gewährt,— für die Erde die einzige Bedingung: durch die der einige Träger und Entwickeler der geistigen Kräfte, der Geist zu einer durch den Stoff nicht weiter beschränkten Freiheit gelangt.

§. 2.

Für sich gedacht, nennen wir die nur erschließbaren Lebensprincipien aller Lebendigen zusammen genommen die „Innenwelt" oder die geistige Welt, im Gegensatz der sinnlich wahrnehmbaren „Aussenwelt" oder der leiblichen Welt, und letztere heißt die Natur, so fern sie besteht und sich verändert, nicht weil sie will, sondern weil sie muß.

§. 3.

Abgesehen von dem Geistigen ändert sich kein Naturwesen durch sich selber, sondern nur durch andere und mit anderen; d. h. die Veränderungen erfolgen gemäß gegenseitiger Abhängigkeit des Einzelnen vom Einzelnen und Aller von Allen. Die Erforschung des Gesetzmäßigen (d. h. unter gleichen Bedingungen auf gleiche Weise erfolgenden) dieser gegenseitigen Abhängigkeit, sowohl in Beziehung auf das gegebene Bestehen als auf die eintretenden Veränderungen jedes Naturwesens, führt zur Naturwissenschaft.

§. 4.

Diese zerfällt in Naturbeschreibung, Naturlehre und Naturgeschichte. Die erstere, sonst auch „Naturge-

schichte" genannt, faßt die Natur als die nicht in Veränderung begriffene auf, indem sie Behufs der Entwickelung der unmittelbaren Kennwerthe (Charactere) die **Beschaffenheiten** aller leiblichen Wesen zum Gegenstande ihrer Untersuchungen wählt. Die **Naturlehre** entwickelt die Gesetze, nach welchen alle leiblichen Dinge sich **verändern**, oder **verändert werden**; und die Naturgeschichte oder **Geschichte der Natur** erzählt die im Laufe der Veränderungen eines einzelnen Naturwesens oder mehrerer räumlich verbundener (z. B. der Erde mit ihren Theilen und Bewohnern) statt gehabten Begebenheiten, so weit dieselbe unabhängig von der Willkühr der Menschen und nach unabänderlichen Gesetzen erfolgten. Ihre Bearbeiter forschen in der **Vergangenheit**, während die der Naturbeschreibung die **Gegenwart** zu enthüllen und die der Naturlehre die **mögliche Zukunft** der leiblichen Dinge gesetzlich zu deuten bemüht sind.

1) Auf **dreifache Weise** gelangen jene Bearbeiter zur Erreichung des vorgesetzten Zweckes; nämlich: 1) indem sie die Natur **beobachten** d. h. das gegebene mannichfaltige Vorkommen der einzelnen Naturwesen und deren nicht eigenmächtig (künstlich) veranlaßte Veränderungen (wie diese sich im Laufe des absichtslosen Zusammenwirkens der leiblichen Dinge von selber machen) vergleichen; 2) indem sie Behufs weiterer Vergleichung, unter abweichenden, von ihnen ihres Orts eigenmächtig (künstlich) veranlaßten Umständen und Bedingungen, die Einzelwesen wirken machen, d. i. über dieselben **Versuche** anstellen oder damit experimentiren, und 3) indem sie wiederholte Beobachtungen und Versuche benutzen, um das beständige, unter bestimmten Bedingungen auf bestimmte Weise erscheinende und das (mit dem Theilweise-Aehnlichen oder Analogen nicht zu verwechselnde, wirklich) Aehnliche und Gleiche vom Schwankenden, Unähnlichen und Ungleichen, oder das Bleibend-sich-bestätigende, Gewisse und Wirkliche, das **Wahre**, vom Unbestätigten, Zweifelhaften und Scheinbaren, vom Vermutheten und Ersonnenen zu sondern, und als erwiesene Thatsache, als Erfahrung, zum geistigen Besitzthume zu erheben.

2) Der beobachtende und untersuchende Naturforscher, als solcher, zwingt mithin die Natur ihm Rede zu stehen; mit jemehr Umsicht, Scharfsinn und Gewandtheit er zu fragen und mit jemehr Geschicklichkeit er seine Fragen (die Beobachtungen und Versuche) zu verfolgen und durchzuführen weiß, um so mehr befriedigend fallen die Antworten aus. Jede dieser Antworten erweitert den Umfang sei-

nes Wissens, erschließt mehr und mehr die oft kaum geahndete Tiefe des Geheimnißes der leiblichen Wesen, d. i. dessen was für dieselben, sowohl rücksichtlich ihres ruhigen Bestehens als auch hinsichtlich ihrer möglichen Veränderungen, Gesetz ist.

3) Die erlangte Kenntniß der Naturgesetze (d. h. desjenigen, was sich unter gegebenen Bedingungen von Ursache und Wirkung als unabänderlich nothwendige Folge aussprechen läßt) also zu ordnen, daß durch die Zusammenstellung ein in allen seinen Theilen erklärbares und sich erklärendes Ganze (ein durch Zusammenstimmung deutliches, die Erschließung des einzelnen Möglichen und die Erkenntniß des ganzen Wirklichen, d. i. ein System der Naturwissenschaft) daraus hervorgeht, welches dem, der es kennt, Einsicht in das Wesen der Natur (Theorie) und beliebigen Gebrauch (Anwendung auf die Vervollkommenung anderer Wissenschaften und auf die Veredelung des geselligen Lebens — Ausübung oder Praxis) gewährt, ist letzte Aufgabe aller Naturforschung. Wieweit man hierin gekommen, zeigt die Geschichte der Naturwissenschaft und ihrer einzelnen Lehrzweige, und lehrt übersichtlich jedes gute, zeitgemäße Lehrbuch jeglicher Doctrin; ausführlich aber und das Einzelne bis zu seinen äussersten Verzweigungen verfolgend: die Gesammtheit der naturwissenschaftlichen Schriften oder die Litteratur der Naturwissenschaft. Für unseren Zweck machen wir in dieser Hinsicht auf folgende Werke aufmerksam, deren Inhalt selber wieder auf die fehlenden übrigen hinweist.

a) Systeme und Lehrbücher.

α) Der Physik.

1) Anfangsgründe der Naturlehre von J. C. P. Erxleben. Mit Zusätzen von Lichtenberg. Göttingen 1794. Sechste Auflage. 8. (Besonders lehrreich durch die Zusätze.)

2) F. A. C. Gren's Grundr. d. Naturlehre. Herausgegeben von K. W. G. Kastner. Halle 1819. Sechste Auflage. (Ziemlich ausführlich, und durch die Zusätze des Herausgebers der vorhergehenden fünften Auflage, des Prof. E. G. Fischer in Berlin, höchst schätzbar.)

3) E. G. Fischer's Lehrbuch der mechanischen Naturlehre. Berlin 1806. 8. (Strenge der Beweise und folgerechte Ordnung, lassen nur den Wunsch übrig, daß bald eine neue Auflage erscheinen möge.)

4) J. T. Mayer's Anfangsgründe der Naturlehre. Dritte Auflage. Göttingen 1812. 8. (Kurze, scharfe Beweise der aufgestellten Erfahrungssätze, mit möglichster Sonderung

des Thatsächlichen vom Vermutheten erwarben jeder der bisherigen Auflage befreundete Leser.)

5) J. G. F. Schrader's Grundr. d. Experimental-Naturlehre rc. Zweite von L. W. Gilbert besorgte Auflage. Hamburg 1804. gr 8. (wie bei 4); eine dritte Auflage oder vielmehr ein eigenes, bereits angekündigtes Lehrbuch des Herausgebers, wird von allen Freunden gründlicher Naturforschung mit Begierde erwartet.)

6) G. G. Schmidt's Handb. d. Naturlehre. 2te Aufl. Gießen. 1813. 8. (Wer der gründlichen Bearbeitung, eine nicht zu gedrängte Beschreibung des Einzelnen zugegeben wünscht, findet hier seinen Wunsch erfüllt.)

7) F. Hildebrandt's Anfangsgründe d. dynamischen Naturlehre. Erlangen 1807. gr 8. (Ausführliche Rechnungen geleiten unter andern den Versuch: Licht und Wärme nicht als Einzelwesen, sondern als Einzelkräfte — Dehnkräfte — Behufs der Erklärungen durchzuführen.)

8) G. F. Parrot's Grundriß der theoret. Physik. Dorpat 1811. 8. (Zu belehrender Ausführlichkeit gesellt sich des Eigenthümlichen viel.)

9) L. A. Jungnitz Grundr. d. Naturlehre. Breslau 1804. 8. (Durch faßliche Ausführung vieles Einzelnen sich empfehlend.)

10) J. J. Fries: Syst. d. theoret. Physik. Heidelberg 1812. 8. (Hinsichtlich der Anordnung des Inhalts derjenigen ähnelnd, welche in Kastners Experimentalphysik befolgt ist; sehr kurz, mehr Abriß als Grundriß; Kant's dynamische Ansicht der Natur in gedrängter Kürze klar und verständlich entwickelnd.)

11) F. Kries Lehrbuch der Physik. 2te Aufl. Jena 1816. 8. (Gemeinfaßliche Zusammenstellung des Hauptsächlichen, mit gehöriger Hindeutung auf das Einzelne der zu erklärenden Erscheinungen.)

12) B. Scholz Anfangsgründe der Physik. Wien. 1816. 8. (Die neuere mathematische Bearbeitung der Chemie berücksichtigend.)

13) J. P. Neumann Lehrbuch der Physik. I. Wien. 1818. 8. (Klar, ausführlich, faßlich — den Wunsch nach dem 2ten Bande erregend.)

14) J. B. Trommsdorf: Grundr. der Physik. Gotha, 1817. 8. (Die Selbstanzeige vom Verfasser, findet man in der Isis. 1817.)

15) G. F. Biot: Traité de Physique experimentale et mathematique. T. I—IV. Paris 1816. 8. übers. v. F. Wolf.

Berlin. 1819. I. 8. (Unter allen Lehrbüchern der Physik, welche wir dem Auslande verdanken, dasjenige, dessen Vffr. den Dank der Leser am Vorzüglichsten verdient.)

16) K. W. G. Kastner: Grundr. d. Experimentalphysik. Zweite (unter der Presse befindliche) Auflage. Heidelberg 1820. 8. (Ein Versuch.)

b) Der Chemie.

1) F. A. C. Gren: Grundriß der Chemie. Herausgegeben von C. F. Bucholz. 4te Aufl. Halle 1818. 8. (Gedrängt, aber gründlich.)

2) J. W. Döbereiner, Gründr. d. allg. Chemie. Jena 1816. 8. (Lichtvolle Uebersicht.)

3) W. A. Lampadius: Grundr. d. Elektrochemie. Freiberg. 1818. 8. (Ueberblick der neueren Chemie.)

4) F. Wurzer: Hdb. d. populären Chemie rc. 2te Aufl. Leipzig. 1814. 8. (Faßliche Darstellung.)

5) J. J. Prechtl: Grundlehren d. Chemie in technischer Beziehung. Wien 1818. 2te Aufl. (Gründlich und ausführlich.)

6) L. Gmelin: Hdb. d. theoret. Chemie. Frankfurt. a. M. 1817—1819. 8. (Systematisch ausführliche Darstellung der neueren Chemie.)

7) F. Hildebrands Lehrb. d. Chemie als Wissenschaft und als Kunst. I.-II. Erlangen 1816. 8. (Gedrängte, jedoch umfassende Entwickelung, mehr der neuen, als der neueren Chemie.)

8) N. L. Ruhland: System d. allg. Chemie, oder über den chemischen Prozeß. Berlin u. Stettin 1818. 8. (Ausführliche Entwickelung der Verhältnisse des Lichtes, der Wärme [der Cohärenz] und der Elektricität zur chemischen Wirksamkeit. Manches neu und scharf bestimmend; auf Vieles deutend.)

9) E. G. Bischoff: Lehrb. d. Stöchiometrie. (Ziemlich vollständige Geschichte und sehr faßliche Entwickelung d. Chemie als Theil der angewandten Mathematik.)

10) J. J. Berzelius Elemente der Chemie der unorganischen Natur. Aus d. Schwedischen mit Anm. von J. G. L. Blumhoff. I. Leipz. 1816. 8. (Vorzüglich; aber eines Druck- u. Schreibfehler verbessernden Nachtrags bedürfend.)

11) H. Davy's Elemente des chem. Theils der Naturwissenschaften, übers. v. F. Wolf. Berlin 1814. (Klare Entwickelung des Verhältnisses der Elektricitäten zur Cohärenz und dadurch zur Mischung Chemisch-Ungleichartiger.)

12) J. Dalton: Neues System des chem. Theiles der Naturwissenschaft. Berlin 1812. 8. (Scharfsinnige Annahme und Durchführung des angeblichen Einflusses der Gestalt und Anordnung der letzten Theilchen — Atome — auf chemische Beschaffenheit und Gegenwirksamkeit.)

13) J. B. Van Mons: Principes élémentaires de Chemie philosophique etc. Bruxelles 1818. 8. (Gefällige Darstellung, reich an eigenen Ansichten und Bemerkungen.)

14) L. J. Thenard: Traité élémentaire de Chimie. 2de Edit. Paris 1816. 8. (Reich an eigener Erfahrung.)

15) K. W. G. Kastner: Einleitung in die neuere Chemie. Halle 1814. 8. (Einleitung — daneben Darstell. d. chem. Operationen und Processe, der neueren stöchiometrischen Bearbeitungen der Chemie nebst deren Beurtheilung, u. zum Schluße eine tabellarische Uebersicht der Entdeckungen, Erfindungen, Epochen und Bearbeiter der Chemie, mit steter Rücksicht auf die gleichzeitigen Data der Welt- und Culturgeschichte des Menschengeschlechts, vom Jahr 996 vor Christi Geburt bis zum Jahr 1814. n. C. G.)

16) Dessen vergleichende Uebersicht des Systems der Chemie ꝛc. 1te Abth. Halle 1819. 4. (Ein Versuch — durch Nebeneinanderstellung der Gesetze der Physik, Chemie und Physiologie und durch systematische Abtheil. der Chemischwirksamen in Klassen, Beweise, Gattungen, Arten, ꝛc. das Studium der Chemie zu erleichtern; gewissermaaßen der Einleitung in d. n. Chem. sich anschließend.)

b) Zeitschriften.

1) L. W. Gilbert's Annalen der Physik. I—LX. B. Leipzig. 8. werden fortgesetzt. (Durch fleißige und beurtheilende Zusammenstellung des Neuen von vorzüglichem Werthe.)

2) J. S. C. Schweigger's Neues Journ. für Chemie u. Physik. I—XXIV. B. Nürnberg. 8. wird fortgesetzt (Für die neuere Chemie von besonderem Werthe.)

3) K. W. G. Kastner: der deutsche Gewerbsfreund. I—IV. B. Halle. 1816—1819 wird fortgesetzt. (Neue theils fremde, theils eigene Beobachtungen, Entdeckungen und Erfindungen dem deutschen Gewerbtreibenden zur Benutzung darbietend.)

c) Wörterbücher.

1) Physikalisches Wörterbuch ꝛc. von J. S. T. Gehler I—VI. Th. Leipz. 1787—1796. 8. (Die vom Prof. Gilbert ver-

sprochenen Supplementbände, werden von allen Freunden gründlicher Physik seit Jahren sehnlichst erwartet.)

2) J. C. Fischer's physikalisches Wörterbuch ꝛc. Göttingen 1798—1805. (Bedarf eines Nachtrags.)

3) M. H. Klaproth u. Fr. Wolf's chem. Wörterbuch ꝛc. I—VIII. Band. (darunter IV Supplementbände.) Berlin. 1807—1819. 8. (In manchem Einzelnen vielleicht zu ausführlich, besonders in den letzteren Bänden; mehr Mittheilung als kernhafter Auszug.)

4) J. F. John's Handwörterbuch der allgemeinen Chemie. I—IV B. Leipz. u. Altenburg. 1817—1819. 8. (Gedrängt—manchmal vielleicht zu sehr; — als Handwörterbuch recht brauchbar.)

d) Literatur der Geschichte der Physik und Chemie.

1) Fischer's Geschichte der Physik I—VIII. Göttingen 1801. u. f. 8.

2) Gmelin's Geschichte der Chemie I—III. Göttingen. 1797—1799. 8.

4) Vom Naturforscher verlangt man, daß er die Natur (die verschiedenen Arten des nothwendigen Bestehens und der nothwendigen Veränderung der einzelnen Naturdinge) kenne und erkläre, d. h. angebe, warum sie so und nicht anders sich verhält und verändert, und wie die vorkommenden Beschaffenheiten und Veränderungen sich wechselseitig bedingen oder wie sie zusammenhängen. Zum Theil ist dieses Verlangen zu stillen, jedoch fehlt noch viel, um es zu befriedigen. Aber was in dieser Hinsicht bereits dargeboten worden, läßt hoffen, daß diese einstige Befriedigung nicht zu den Unmöglichkeiten gehöre. Dort, wo nun zur Zeit noch Kenntniß erwiesener Gesetze Behufs zu gebender Erklärungen abgeht, läßt man sich vom Theilweise Aehnlichen zum Vermuthet-Wahrscheinlichen leiten, und benutzt dieses zur geforderten Erklärung. Statt des streng erweislichen Erklärungsgrundes, enthält solche — auf Ansicht (Hypothese) statt Einsicht fußende — Scheinerklärung nur einen angenommenen Erklärungsgrund, und nur dann ist solche Annahme zu gestatten, wenn a) wirkliche Erklärungen ganz abgehen; b) der gelehrten Mitwelt die Ansicht nicht als Einsicht angeboten wird, und c) Mittel und Wege offen bleiben, die Richtigkeit derselben durch neue Beobachtungen und Versuche zu prüfen, die, wie die Geschichte der Wissenschaft bezeugt — dann nicht selten zu den glänzendsten Entdeckungen führen.

§. 5.

Die erforschten Naturgesetze erklären entweder a) die Beschaffenheiten (Qualitäten) leiblicher Dinge, d. i. die Kennwerthe des während der Wahrnehmung bleibenden, oder b) die Erscheinungen (Phänomene) d. i. die Kennwerthe des während der Beobachtung sich ändernden der Naturdinge; oder sie bestimmen deren gegenseitiges Verhalten in Beziehung auf Ein- und Gegenwirkung durch Angabe c) der Eigenschaften (Proprietäten); oder sie weisen d) die wechselseitigen Beziehungen (Relationen) nach, welche in Form von Aehnlichkeiten zwischen den gefundenen Beschaffenheiten und Erscheinungen obwalten.

1) Die Tropfbarkeit, Farblosigkeit, Durchsichtigkeit und das Gewicht einer, in einem bestimmten Raume eingeschlossenen Menge Wassers sind Beschaffenheiten desselben; erstarrend oder siedend und übergehend in Eis oder in Dampf bietet es eine Erscheinung dar; nässend d. i. der Oberhaut anhängend zeigt es eine Eigenschaft, und jene Beschaffenheiten sammt der erwähnten Erscheinung, in Verbindung mit den bekannten Bedingungen der Veränderung der ersteren und Beendigung der letzteren, zeigen Beziehungen zu jenen übrigen Tropfbaren an, welche ebenfalls durch Wärmeverminderung zu erstarren und durch Hitze in Dampf überzugehen vermögen, z. B. zu verschiedenen flüssigen Säuren (Essig, Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure ꝛc.), zum Weingeiste, zu Oelen ꝛc.

2) Häufig dienen die Beziehungen als Winke, den Grund der dieselben voraussetzenden Aehnlichkeiten zu verfolgen, und so die innere Natur der leiblichen Dinge mehr und mehr zu enthüllen. Oft zeigt sich diese Art von Zusammenhang der Wesen am klarsten bei ihrem Entstehen, und daher wird die Erforschung der Entstehungsbeziehungen gewöhnlich sehr lehrreich. Z. B. Alle Organismen gehen aus einem wässrig flüssigen (d. i. durch tropfbares Wasser bedingten) Zustande ihrer Anfänge hervor, alle enthalten — nachdem sie geworden, und auf jeder ihrer Entwickelungsstufen Wasser, und alle gehen unter oder werden zerstört, wenn sie ihres Wassers gänzlich beraubt worden. Das Wasser geleitet also die Organismen von einer Mannichfaltigkeit der Entwickelung zur andern, sollte es daher nicht selber einen Quell großer Mannichfaltigkeit in sich schließen? Die Chemie antwortet: die beiden Bestandtheile des Wassers, der Wasserstoff und der Sauerstoff, sind auch einzeln die der Or-

ganismen und bedingen die größere Brennbarkeit oder die größere Verbranntheit ihrer Theile, und hangen durch diese von ihnen ertheilten Beschaffenheiten mit den besonderen Wirkungswerthen sämmtlicher Bildungstheile der Organismen zusammen; in dem Maaße, wie sich daher in den einzelnen Organismen während ihrer Lebensdauer die Menge des gebundenen Wassers und seiner einzeln durch Kohlenstoff (Pflanzengrundlage) und Stickstoff (Thiergrundlage) gebundenen Bestandtheile ändert, wird sich die Mannichfaltigkeit der Bildungstheile und der daraus zusammengesetzten ganzen Organismen ändern. — Was daher z. B. die Gegenwart des Wassers für die lebende Welt bedeute, ergiebt sich aus der genauen Nachweisung seiner Beziehungen zu den lebenden (entstehenden, wachsenden, bestehenden und absterbenden) Organismen.

§. 6.

Gründliche Erforschung sämmtlicher Naturgesetze heischt aber vor allem genaue Bestimmungen der Größen, mit welchen die Natur wirkt, indem sie Beschaffenheiten erzeugt und Erscheinungen hervorgehen macht. Daher geht dem Forschen über die Natur nothwendig voran das Studium der Größenlehre; denn überall, wo man besonnene und gründliche Beurtheilung der Beschaffenheiten, Erscheinungen, Eigenschaften und Wechselbeziehungen leiblicher Dinge beabsichtigt, und, entgegen allem oberflächlichem Halbwissen, nicht schwankende Wahrscheinlichkeit, sondern strenge Gewißheit fordert, und nur durch diese befriedigt wird, (was bei allen ächten Naturforschern der Fall ist) da macht man zur unerlaßlichen Bedingung alles Naturforschens: mittelst Maaß und Gewicht die Größen zu bestimmen, mit welchen in jedem einzelnen zu erklärenden Falle gewirkt wird.

1) Verneinen wir in Gedanken die Erfüllung der Begrenzung eines leiblichen Dinges, so erhalten wir den Begriff des geometrischen Körpers oder des leeren Raumes von einer bestimmten Größe. Verneinen wir die Begrenzung des Raumes, so hört er auf ein begreifbares Etwas zu seyn, und die uns dann bleibende, kaum so zu nennende dunkle Vorstellung, bezeichnen wir durch den Ausdruck unendlicher Raum. Ein wirklich unendlicher, grenzenloser Raum, ist der Weltraum; unsere Ideen zeugende Vernunft kann seine Natur ahnden, indem die Ideen selber einem endlosen Quelle zu entsteigen scheinen, aber der Verstand ihn nicht begreifen; wie denn das Unendliche überall nicht vom Verstande begriffen, son-

dern nur von der Vernunft erkannt oder geschaut, vom Gemüthe empfunden, und durch Vereinigung beider in die Sphäre des geistigen Lebens des Individuums gezogen und so geglaubt zu werden vermag.)

2) Jegliche Veränderung im Raume wird zunächst wahrgenommen als Abänderung in der Andauer, mit welcher der vorige Raum bestand und der neue eintrat, und jede einzelne Andauer gegebener Aenderungen (und der dieselben bedingenden Thätigkeitsäusserungen) ist mit der vorhergehenden und der nachkommenden Dauer vergleichbar, und giebt so den Begriff der Zeit. — Raum und Zeit sind daher jene Verhältnisse der leiblichen bestehenden und veränderlichen Dinge, ohne deren Hinzudenkung wir keiner klaren Vorstellung von irgend einem der Veränderung unterwerfbaren oder in Veränderung befangenen, ruhigen oder in Wechselwirkung begriffenen Leiblichen fähig sind.

3) Jeder mit anderen Räumen vergleichbare Raum, und jede mit anderen Zeiten vergleichbare Zeit, ist eine endliche Größe, welche einer anderen, als bekannt angenommenen bedarf, um bestimmt zu werden (relativer Raum und relative Zeit); unendlich hingegen und darum unvergleichbar und durch keine Vergleichung meßbar, ist der Weltraum und die Weltzeit, von deren Anfang und Ende wir nicht wissen, sondern nur daran glauben können.

4) Bei jedem endlichen Raume unterscheiden wir drei Ausdehnungsrichtungen oder Dimensionen; die der Länge, der Breite (auf erstere senkrecht gehend) und der Tiefe (auf beide erstere senkrecht gehend). Sind diese Dehnungsrichtungen ungleich groß, so heißt die größte: die Länge, die mittlere die Breite und die kleinste die Dicke, und erstere für sich gedacht die Linie; die erste und zweite vereint die Fläche und alle drei in Verbindung der Umfang und Inhalt des gegebenen Raumes. Zu Raumeinheiten hat man bei den durch Vergleichung zu bestimmenden Größen theils Längen-Flächen (oder Quadrat-) und Würfel (oder Cubik-) Meilen, -Füße, -Zolle, -Linien rc.; theils Längen-Grade, -Minuten, -Sekunden, -Tertien; zu Zeiteinheiten: Jahre, Tage, Stunden, Zeitminuten, Zeitsekunden, Zeittertien. — Wie Zeit- und Raummaaße in Uebereinstimmung zu bringen, siehe d. Gewerbsfr. III. No. 19. 20.

5) Die Maaße oder „Gemäße" deren man sich im gemeinen Leben wie auch bei wissenschaftlichen Untersuchungen bedient, sind entweder auf zur Einheit angenommene Würfel von bestimmter Größe rückführbare Bestimmer des Raumumfangs und damit des Rauminhalts der flüssigen oder auch der (meist körnig) zertheilten festen Dinge,

und heißen dann Hohlmaaße, oder es sind Längen- oder Flächenmaaße.

6) Für sämmtliche preußische Staaten ist das Grundmaaß der preußische Fuß, welcher übereinstimmt mit dem rheinländischen oder Brandenburgischen Werkfuß und 139,13 Linien des Pariser Fußes oder 0,313,853,542,81 Meter enthält. — Der Inhalt des Berliner oder preußischen Quart's ist = 64 preußische oder 57,724 Pariser Würfelzoll; 3 Quart geben eine Metze und 27 Quart einen Kubikfuß. 16 Kubikfuß sind gleich 9 Scheffeln und 1 Scheffel hält 16 Metzen, die Metze 192 preußische oder 173,17 Pariser Kubikzoll. — 1 cöllnischer Fuß ist = 10,98856 neuen preuß. Zollen oder 12 cölnische Fuß sind = 11 Preußischen. Eine preußische Elle hält 25 1/2 paris. Zoll; oder 295,65 paris. Linien. Folgende Uebersichten mögen die Vergleichungen der Maaße erleichtern:

a) Neue Französische Körper- und Flüssigkeitsmaaße.

Kilolitre oder Stere.	Hectolitre.	Decalitre.	Litre oder Cubikdecimetre.	Decilitre.	Centilitre.	Millilitre.
1	10	100	1000	10000	100000	1000000
	1	10	100	1000	10000	100000
		1	10	100	1000	10000
			1	10	100	1000
				1	10	100
					1	10

Als Grundeinheit gilt hier, wie für alle neu-französische Maaße der Meter (Metre) oder $\frac{1}{10000000}$ des Quadranten vom Erdmeridian; vergl. m. Einleit. in d. n. Chem. S. 41 u. f. 1 Meter ist = 3 Pariser Fuß und ungefähr 11,7716 paris. Linien. Die Einheit der Körpermaaße ist der Litre d. i. $\frac{1}{1000}$ eines Kubikmeters oder Stere's.

b) Alt-Preußisches Flüssigkeits-Maaß.

Fuder.	Oxhoft.	Ohm.	Eimer.	Anker.	Quart oder Maaß.	Nößel.	Betrag in Deciliter.
1	4	6	12	24	768	1536	8835,90680
	1	1 ½	3	6	192	384	2208,97920
		1	2	4	128	256	1472,65280
			1	2	64	128	736,32640
				1	32	64	368,16320
					1	2	11,50510
						1	5,75255

c) Neue Preußische Flächen- und Flüßigkeitsmaaße

α) Weinmaaße.

Oxhoft.	Ohm.	Eimer.	Anker.	Quart.	Preußisch Cubikzoll.
1	1½	3	6	180	11520
	1	2	4	120	7680
		1	2	60	3840
			1	30	1920
				1	64

β) Biermaaße.

Gebräude.	Kufen.	Faß.	Tonnen.	Quart.	Preußisch Cubikzoll.
1	9	18	36	3600	230400
	1	2	4	400	25600
		1	2	200	12800
			1	100	6400
				1	64

γ) Salz-, Kalk-, Gyps-, Kohlen- und Aschenmaaß:

Tonne.	Scheffel.	Metzen.	Preuß. Cubikzoll.
1	4	64	12288
	1	16	3072
		1	192

δ) Leinsaat-Maaß:

1 Tonne. 37 2/3 Metzen. 7232 Pr. Cubikzoll.

ε) Stein-, Mauerwerk-, Faschinen-, Erd-, Torf- und Brennholz-Maaß.

1 Klafter. 108 Kubikfuß oder 6 Fuß lang und breit, und 3 Fuß hoch.

ζ) Bauholzmaaß.

1 Schachtruthe = 144 Kubikfuß.

d) Oesterreichische Körper- und Hohlmaaße:

Cubik Klafter.	C. Fuß.	Cubikzoll.	Cubiklinien.	ist =	Französ. Würfelcentimeter.
1	216	373248	644972544	— —	6822394,6
	1	1728	2985984	— —	31585,17
		1	1728	— —	18,27845
			1	— —	0,010578
1 Metze Fruchtmaaß				— —	61499,49
1 Becher				— —	480,4647
1 Böhmischer Strich				— —	93602,24

e) Oesterreichische Flüßigkeitsmaaße.

Eimer.	Maaß.	Halbe.	Seidel.	Pfiff.	Würfelcentimeter.
1	40	80	160	320	56600,63
	1	2	4	8	1415,015
		1	2	4	561,9934
			1	2	280,9967
				1	140,4984
1 Böhmische Pinte					1911,271

f) Neue Badensche Längen- und Flächen-Decimalmaaße.

1 Morg. Landes oder Juchart = 4 Viertel oder = 400 Quadratruthen.
1 Ruthe 10 Schuh.
1 Schuh 10 Zoll.
1 Zoll 10 Linien.
2 Schuh = 1 Elle; 6 Schuh = 1 Klafter.

g) Neue Badensche Flüßigkeits- und Fruchtmaaße.

1 Fuder = 10 Ohm
1 Ohm = 10 Stützen
1 Stütze = 10 Maaß
1 Maaß = 10 Glas

1 Zuber = 10 Malter.
1 Malter = 10 Simri oder Sester.
1 Simri = 10 Mäßlein.
1 Mäßlein = 10 Becher.

h) Alt-Französische Flüßigkeitsmaaße.

Gallon.	Pinte.	Schopine oder Seidel.	Demiseptier.
1	4	8	16
	1	2	4
		1	2

1 Demiseptier = 8 Unzen; 1 Schopine mithin = 16 Unz.; 1 Pinte = 32 Unz.; 1 Gallon = 128 Unzen oder 8 Pfund.

i) Englische Flüßigkeitsmaaße.

Weys oder Tuns.	Quarters.	Gallons.	Bottles.	Quarts.	Pints.	Beträgt in Decilitr.
1	5	320	640	1280	2560	12124,80320
	1	64	128	256	512	2424,80064
		1	2	4	8	37,88751
			1	2	4	18,943755
				1	2	9,4718775

k) Eine schwedische Kanne hält 5 1/2 Pfund; das Pfund zu 16 Unz.
1 sächsisch Maaß hält 32 Unzen oder 64 Loth bürgerl. Gewicht.

l) 1 Maaß Augsburgisch = ... 14,28219 Deciliter.
1 — Bairisch . . . . 6,171319 —
1 — Cölnisch . . . . 14,97647 —

1 Pott Dänisch	9,660320	Deciliter.
1 Kanne Dresdner	12,04069	—
1 Stück Wein Frankfurter	1475,034	—
1 Muid Französisch	2813,791	—
1 Quart —	19,04294	—
1 Quartier Hannövrisch	9,719829	—
1 Maaß Nürnberger	9,893395	—
1 Kanne Schwedisch	26,18402	—
1 Cantaro Spanisch	157,5009	—
1 Orne Triester	656,5845	—

m) Auf 1 Grad gehen 15 geographische oder geometrische Meilen oder 25 Altdeutsche Meilen oder 17,74 neue Postmeilen, oder 25 französ. Landmeilen (Lieue) oder 20 Seemeilen, oder 69,12 neu Englische (zu 1760 Yards), oder 60 englische Seemeilen, oder 20 engl. Landmeilen (Leagues) oder 47,60 alt brittische, oder 73 Londner, oder 20 niederländische Seemeilen.

1 Meile — Geographische — hat	23661	Rheinl.	Längenfuß.
1 — Alt-Deutsche hat	22017	—	—
1 — Neue Post — hat	20000	—	—
1 Lieue hat	14197	—	—
1 Seemeile hat	17745	—	—
1 — Englische hat	5915	—	—
1 — Niederländische hat	17745	—	—
1 Meile Neu-Englische hat	5136	—	—
1 — Leagues hat	17745	—	—
1 — Alt-brittische hat	7456	—	—
1 — Londner hat	4862	—	—
1 — Italienisch hat	5915	—	—
1 — Polnische hat	17745	—	—
1 — Neue Russische von 1500 Arschinen (oder Ellen) hat	3402	—	—
1 — Sächsische (= 16000 Dresdner Ellen) hat	28878	—	—
1 — Ungarische hat	26625	—	—

Den Grad theilt man übrigens auch in 60 Minuten, und so fort, daß die kleineren Theile lauter Sexagesimalbrüche werden. Den Grad bezeichnet man durch 0, und die Sexagesimalbrüche desselben mit I, II, III, &c.

n)	1 Fuß Augsburger ist =	383,1066	Millimeter.
	1 — Bairisch ist	291,8593	—
	1 — Brüsseler ist	291,0020	—

1 Fuß Cöllner ist =	275,2112	Millimeter.
1 — Dresdner	283,1066	—
1 — Englisch (Londner)	304,7625	—
1 — Frankfurter a. M.	286,4903	—
1 — Französischer	324,8394	—
1 — Nürnberger	303,8604	—
1 — Rheinländisch	313,8536	—
1 — Russischer	538,2409	—
1 — Schwedischer	296,8672	—
1 Meter — —	1000	—
1 Toise — —	6 französische Fuß.	
1 Fuß — —	12 Zoll.	
1 Zoll — —	12 Linien.	
1 Linie Französ.	12 Scrupel.	
1 Scrupel —	0,225583	Millimeter.
1 Englisch Yard	914,2875	—
1 Brüsseler große Elle	694,3443	—
1 — kleine —	684,4188	—
1 Bairisch Elle	835,0180	—

Ueber Steinhäuser's Raum- und Zeitmaaße vergl. d. Gewerbsfr. a. a. O.

7) Aber man mißt nicht nur mit Hülfe der Maaße die Größen und Größenverhältnisse der Ausdehnungsrichtungen (Dimensionen) des Räumlichen, sondern man bestimmt auch durch Wägen (mittelst Wäge und Gewicht) die Wirkungsgröße, mit welcher ein Leibliches seinen Raum erfüllt. Jedes Raumerfüllende lastet nämlich auf einem Anderem, ihm zur Unterlage dienendem, und es am möglichen Sinken oder Fallen hinderndem. Bestimmen wir nun zuvörderst die Größe, mit der es lastet, oder — was dasselbe ist — den senkrechten Druck, den es gegen seine Unterlage ausübt, sofernes von derselben getragen wird, oder die Gewalt, mit welcher es zu fallen strebt, sofern es durch senkrechten Gegenzug nach Oben daran verhindert wird, mittelst zu Einheiten angenommenen Gegengewichten, ohne dabei das Volumen (den Raumsumfang und Raumsinhalt) weder des Lastenden, noch des Tragenden (oder Gegenziehenden) — weder des Zu-Wägenden, noch seines Gegengewichts — zu berücksichtigen, so nennen wir die durch Wägung gefundene Lastungs- oder Gewichtigkeits-Größe: das unbedingte oder unabhängige (absolute) Gewicht des Gewogenen; vergleichen wir hingegen die Lastungsgrößen zweyer oder mehrerer Dinge bei bestimmtem (z. B. bei gleichem) Raumsgehalt (Volumen) so erhalten wir das bedingte oder abhängige (dependente) Gewicht. Forschet man hiebei, um wieviel das als bekannt oder zur Einheit angenommene

Gewicht des tropfbaren reinen (unvermischten) Wassers, von einem bestimmten Raumsgehalt, von den Gewichten der übrigen leiblichen Dinge abweicht, wenn dieselben bei gleichem Raumsgehalt und bei vollkommener Gleichheit aller auf diesen Einfluß habenden Umstände (z. B. der Wärme rc.) gewogen werden; so heißt die dadurch erforschte, bedingte Gewichtsgröße der verschiedenen Dinge, ihr **Eigengewicht** (specifisches Gewicht, eigenthümliches Gewicht, spezifische Schwere) d. h. die mit Ausschluß anderer Dinge nur ihnen zukommende Raumerfüllungsgröße. Haben **verschiedene** Lastende einen gemeinschaftlichen Raumsumfang (z. B. Holz mit seiner eingeschlossenen Luft) so geben sie durch bedingte Wägung, das Mittel aus ihren Eigengewichten, welches von Einigen das „relative“, naturgemäßer, aber das **mittlere Eigengewicht** genannt wird. Bestimmen wir endlich die übrigbleibende Last, mit welcher ein Fallendes am Ruhorte anlangt, nachdem es während des Fallens — entweder durch senkrechten Gegendruck eines Ausweichenden (z. B. der Luft, des Wassers rc.), oder durch den schiefen Gegendruck eines Bleibenden (an seinem Orte beharrenden, z. B. einer festen schiefen Abgleitungsfläche) — hinsichtlich seiner Fallgewalt geschwächt und in seiner Fallbewegung verlangsamt würde; so nennen wir diese: das **verhältnißmäßige** (relative oder respective) **Gewicht**.

8) Der Grund des Fallens ist dem Vorhergehenden zufolge übereinstimmend mit dem des Gewichtigseyns oder **Schwerseyns**, und zugleich mit dem der **Raumerfüllung**; muß mithin in dem Maaße wirksam seyn, wie das Erfülltseyn des Raumes allgemein gegeben ist, und wird späterhin von uns als in allem Leiblichen gemeinsam thätige Ursache, als **Schwerkraft** näher bestimmt werden.

9) Ueber die Beschaffenheit guter d. h. möglichst empfindlicher und genauer **Wagen** s. meine **Einleitung** in d. n. Chem. S. 35 u. f. Vorzügliche Empfehlung verdienen die kleineren **chemikal. Wagen** und die größeren mit conischen Hohlbalken, welche unter andern der geschickte Hofmechanikus Dr. **Körner** in Jena verfertigt; eine dergleichen giebt noch $\frac{1}{1638400}$ und weniger desjenigen Gewichts an, welches sie als Totalgewicht zu tragen vermag, ohne dadurch zu leiden. Zur Vergleichung verschiedner üblicher Gewichtseinheiten diene nachstehende Uebersicht, der wir folgende Bemerkungen voran gehen laßen:

a) Das neue **preußische Pfund** soll mit dem Gewichte des 66sten Theils eines preussischen Kubikfußes destillirten Wassers) bei einer Temperatur von 15° R., im leeren Raume) übereinstimmen; es dient zur Bestimmung aller übrigen Gewichte und ihrer Abtheilungen.

b) Zur **Gewichtseinheit** des **neufranzösischen Maaßsystems**

dient das Gewicht einer Menge Wassers (bei der Temperatur von 4° über dem Gefrierpunkte) welche dem Volum eines Würfelcentimeters gleich kommt. Dieses Grundgewicht heißt Gramme, und hier, wie bei dem neufranzösischen Maaß, ist es vorzüglich die Decimaleintheilung, die jede Reduction so sehr erleichtert und dadurch dem Systeme von seiner Einführung an der Freunde viele verschafte. Wie bei den Gemäßen werden den Oberabtheilungen mittelst Multiplikation (durch 10) griechische, den Unterabtheilungen durch Division (mit 10) lateinische Zahlwörter vorgesetzt. 467,711 316 353 4678 Grammen sind gleich dem Gewichte eines preussischen Pfundes, 14,615 978 448 5859 Grammen entsprechen dem Gewichte eines preussischen Lothes; ferner gehen auf ein preussisches Medizinal-Pfund 350,783 482 764 Grammen und auf ein Karat des Juwelengewichts 0,022 837 466 Grammen. (160 solcher Karate sind gleich neun preussischen Quentchen, 1 Karat also = 0,014 0625 pr. Loth.) 1 Gramme ist also = 0,068 418 272 pr. Loth, und 1 Kilogramme = 68,418 272 750 pr. Loth.

c) Um mit dem neuen preussischen Gewichte die Vortheile der Decimaleintheilung zu verbinden, zerfällt das Loth in 10000 Richttheile, deren jeder einzelne = 1,4616 Milligramme, oder etwas kleiner als ein sonst bei Gewichtsvergleichungen gebräuchlicher Richtpfennig ist. Die cölnische Münzmark und 16 preußische Loth können als gleichwerthig erachtet werden, denn 1 Mark cöln. ist = 16,0904 pr. Loth. Eine holländische Troymark ist = 16,3389 pr. Loth und eine englische Troyunze wiegt 2,126 422 pr. Loth. Die preussische Schiffslast ist = 4000 Pfund.

Neue preußische Handels-, Münz-, Gold- und Silbergewichte:

Zentner.	Pfund.	Mark.	Loth.	Quentchen.	Grän.
1	110	220	3520	14080	63360
	1	2	32	128	576
		1	16	64	288
			1	4	18
				1	4 1/2

Preußisches Medizinalgewicht.

Pfund.	Unzen.	Drachmen.	Skrupel.	Gran.	= Preuß. Loth
1	12	96	288	5760	— 24
	1	8	24	480	— 2
		1	3	60	— 1/4
			1	20	— 1/12
				1	— 1/240

Hiemit stimmt überein die Eintheilung des deutschen oder Nürnberger Medicinalgewichts.

Neues französisches Gewicht:

Myriagramme.	Kilogramme.	Hectogramme.	Decagramme.	Gramme.	Decigramme.	Centigramme.	Milligramme.
1	10	100	1000	10000	100000	1000000	10000000
	1	10	100	1000	10000	100000	1000000
		1	10	100	1000	10000	100000
			1	10	100	1000	10000
				1	10	100	1000
					1	10	100
						1	10

Rückführung verschiedener üblicher Gewichte auf Milligramme.

1 Pfund	Kölnisch ist =	. . . .	467740	Milligramme.
1 Mark	—	. . . .	233870	—
1 Unze	—	. . . .	29233,75	—
1 Loth	—	. . . .	14616,82	—
1 Quentin	—	. . . .	3654,20	—
1 Pfennig	—	. . . .	913,55	—
1 Heller	—	. . . .	453,39	—
1 Richtpfennig	—	. . . .	3,54	—
1 Pfund Nürnberger Medic. Gew. =		. . .	357663,9168	Milligramme.
1 Unze	—	. . . .	29805,3264	—
1 Drachme	—	. . . .	3725,6658	—
1 Skrupel	—	. . . .	1241,8886	—
1 Gran	—	. . . .	62,0944	—

1 Zentner (100 Pfd.) Wiener Handelsgew. . .	56001200	Milligramme.
1 Pfund (32 Loth.)	560012	—
1 Loth (4 Quentchen.)	17500,38	—
1 Quentchen (4 Sechszehntel.)	4375,094	—
1 Sechszehntel	1093,773	—

1 Pfund (12 Unzen) Wiener Medicinalgewicht. .	420009	Milligramme.
1 Unze (8 Drachmen)	35000	—
1 Drachme (3 Skrupel)	4375,094	—
1 Skrupel (20 Gran)	1458,365	—
1 Gran	72,91823	—

1 Livre Alt-Französ. Gew.	489505,4	Milligramme.
1 Marc — — —	244752,7	—
1 Once — — —	30594,1	—
1 Gros — — —	3824,25	—
1 Denier — — —	1274,75	—
1 Grain — — —	53,3	—

1 Mark Holländisch Gewicht = ...	246002,1760	Milligramme.
1 Once — —	30750,2720	—
1 Engel — —	1537,5136	—
1 Aas — —	48,0473	—

1 Pfund Bairisch = ...	560000	Milligramme.
1 Apothekerpfund (12 Unzen od. 30 Grammen. .	30000	—
1 Pfund Dänisch	499547,7	—
1 — Englisch (Troy-Münz- und Apotheker-gewicht	373135,3	—
1 — Hamburger	484316,8	—
1 — Leipziger	466827,5	—
1 — Nürnberger	509781,8	—
1 — Russisch	408978,6	—
1 — Schwedisch	425122,5	—
1 — — Medicinalgew. (12 Unzen).	356318,7	—
1 — Spanisch (16 Unzen)	460293,1	—
— Medicinalgew. (12 Unzen).	345027,6	—
1 — Tyrolisch (32 Loth)	592922,3	—
1 Libra grossa (2 Mark) Venetianisch	477494	—
1 Libra sottile (12 Unzen) — Medic. Gew.	302025,3	—
1 — Peso grosso (12 Unzen)	468172,9	—
1 Pfund Züricher (leicht Gew. von 2 Mark.) .	460605,3	—

Gewicht des reinen (destillirten) Wassers im luftleeren Raume, bei verschiedenen Wärmegraden (Temperaturen) des Reaumurschen Merkurthermometers.

Reaum. Grade:	Ein preuß. Würfelfuß wiegt: Preußische Pfunde.	Grammen.	Eigengewicht des Wassers (nach Gilpin.)
0	66,0923421	30912,13593	0,99988
1	66,0969691	30914,30003	0,99995
2	66,0988521	30915,18063	0,99998
3 ¹/₂	66,1002741	30915,84581	1,00000
4	66 0996131	30915,53666	0,99999
6	66,0936641	30912,75424	0,99990
8	66,0830880	30907,80768	0,99974
10	66,0652409	30899,46039	0,99947
12	66,0434279	30889,25820	0,99914
13	66,0156657	30876,27351	0,99872
15	66,0000000	30868,94648	0,99848

10) Das durch die Ortsveränderungen der Weltkörper entstehende Zeitmaaß, ist es, welches wir mit dem Wechsel der Dauer aller in Aenderung begriffenen Leiblichen vergleichen, indem wir die Zeiten dieser Aenderungen messen. Jede solcher gemessenen oder meßbaren Aenderungs-Dauern, welche mit kürzeren oder längeren Dauern dergestalt wechselt, daß die kürzere wiederkehrt, wenn die längere endet, und umgekehrt, nennen wir eine Wechseldauer oder einen periodischen Verlauf, und in Beziehung auf die gegebene Aenderung: den Dauernwechsel oder die Periodicität der Aenderungen. Jeder einzelne dieser Dauernwechsel greift vermöge der Wechselseitigkeit der Wirkungen, wodurch überhaupt Veränderungen leiblicher Dinge hervorgebracht werden, in einen oder in mehrere andere Dauernwechsel bestimmend und bestimmt werdend ein, und alle periodischen Veränderungen irdischer Dinge, ordnen sich mehr oder weniger dem Dauernwechsel unter, mit welchem die gesammte Erde sich zu verändern fortfährt. Vergl. m. Grundr. d. Experimentalphysik. Heidelberg. 1810. 8. II. Cap. VI u. Cap. XII.

§. 7.

Die gemeinsamste Beschaffenheit aller Leiblichen (Räumlich-Daseyenden und Zeitlich-Veränderlichen) ist ihre Raum-

erfüllung selbst, oder die an unser eigenes Selbstgefühl sich knüpfende Erfahrung, daß sie den Raum einnehmen, in welchem sie wahrgenommen werden. Das Gemeinsame dieser Beschaffenheit nöthigt uns, dieselbe als die einfache, andauernde und untilgbare Wirkung einer bleibenden thätigen Ursache zu betrachten, die wir von anderen minder gemeinsamen thätigen Ursachen unterscheidend durch den Ausdruck Materie (Stoff, Veste, Körperwesen) bezeichnen, und als deren reinsten Gegensatz wir den Geist (oder vielmehr das Gemeinsame, Unräumliche des Geistigen) anerkennen; s. oben §. 1—3.

§. 8.

Ist aber die Materie das Raumerfüllende des Leiblichen, so ist sie als solche ausgedehnt und — gleich dem Raume den sie erfüllt — theilbar. Wir können annehmen, daß diese Theilbarkeit (gleich der des geometrischen Körpers) ins Unendliche möglich ist, aber wir können diese Annahme nicht erfahrungsgemäß beweisen, weil unsere eigene Erfahrung eine endliche ist.

1) Beispiele weitgetriebener Theilung gewährt duftender Moschus, duftendes Lavendelöl, mit Wasser vermischte Milch, Blattgold u. dgl. Löwenhoek entdeckte in einzelnen Tropfen einige Tage hindurch über Pflanzentheile gestandenen Wassers Infusionsthierchen, die 1000,000000 Mal kleiner als ein Sandkorn geschätzt werden konnten

2) Das Geistige wirkt im Raume ohne ihn zu erfüllen, mithin gleich dem Punkte: ohne Ausgedehntheit und ohne Theilbarkeit; es ist mittheilbar, ohne dadurch einen Verlust zu erleiden, und seine Mittheilung ist ein Erzeugen dessen, was es selber ist, in Wesen, wo es zuvor selber nicht war, und in welche es auch als ein Einzelnes nicht selber eingeht, während es ihnen verliehen wird.

§. 9.

Wo eine einzelne Materie ist, kann nicht zugleich auch eine andere gesonderte Materie seyn, sondern es ist vielmehr jede Materie unverdrängbar (sonst auch undurchdringlich genannt) d. h. durch Andringen unfähig ihrer eigenen Raumerfüllung (oder des ihr zugehörenden Raumes) verlustig zu werden; wohl aber können zwey oder mehrere einzelne Materien dergestalt auf- und ineinander wirken, daß die Kräfte (§. 1. Anm. 3.) welche in jeder dieser Materien zuvor

gesonderte Raumerfüllung und besondere Begrenzung hervorbrachten, nun gemeinschaftlich die Einnahme eines und desselben Raums erzeugen, und dieses geschieht wirklich; wenn zwey oder mehrere Materien statt vermengt (d. h. mit ihren zuvor durch gewaltsame Trennung gewordenen Theilchen nebeneinander gelagert) zu werden, sich mischen oder sich einen, d. i. sich dergestalt wechselseitig durchdringen, daß sie aufhören für sich zu seyn, und statt des vorigen Einzelbestehens in ein neues Gesammtbestehen übergehen. Das durch ein dergleichen Ineinander-übergehen Gewordene, heißt (zum Unterschiede des Gewaltsam-nebeneinander-gelagerten oder des Gemenges) ein Gemisch, und die Entstehungserscheinung des Gemisches eine Mischung oder ein Sich-mischen.

1) Mengung wird von einigen Naturforschern auch mechanische Mischung und Gemenge mechanisches Gemisch genannt. Das Wort Mischung nehmen die Meisten gleichbedeutend mit „Gemisch." — Die in einem Gemisch der Möglichkeit nach vorhandenen, zuvor gesondert vorhanden gewesenen einzelnen Materien, nennt man in Beziehung auf das Gemisch: Bestandtheile, nähere, entfernte und letzte unterscheidend, je nachdem sie selber wieder als Gemische von Gemischen, oder als Gemische von Ungemischten, oder als Ungemischte, d. h. bis jetzt noch nicht in Bestandtheile zerlegte leibliche Wesen betrachtet werden können.

2) Mehrere Naturforscher gestatten keine Mischung im obigen Sinne, sondern halten jedes Gemisch für ein sehr inniges Gemenge; gegen dieses Dafürhalten sprechen indeß die gewöhnlichsten Erfahrungen. Z. B. Kochsalz in Wasser geworfen, schmilzt darin, verschwindet endlich ganz und statt der einzelnen Salzwürfelchen und des sonst gesonderten schmaklosen Wassers, ist nun das Ganze eine überall salzig schmeckende, vollkommen durchsichtige, den Schall, die Wärme und das Licht durch seine sämmtlichen denkbaren Theile auf gleiche Weise (mit gleicher Geschwindigkeit) fortpflanzende tropfbare Flüssigkeit. Beide, Salz und Wasser sind also im entstandenen Salzwasser eins geworden, eine Aenderung ihres Daseyns, welche nicht anders denkbar ist, als daß diejenigen Kräfte, welche sonst im Salze und jene welche im Wasser vor der Mischung so gegen und in einander wirkten, daß sie — ihre freie Aeusserung im bestimmten Maaße und auf bestimmte Weise gegenseitig ununterbrochen hemmend — erstere die Würfelbegrenzung des festen (unflüssigen) Salzes, und letztere die Kugelbegrenzung jegliches denkbaren Wassertröpfleins bewirkten, nun gemeinschaftlich (d. h. in jedem denkbaren Punkte die

Gegenkräfte des Wassers und des Salzes) sich auf bestimmte Weise gegenseitig in ihrer freien Thätigkeitsäusserung hemmen und dadurch gemeinschaftlich begrenzen.

§. 10.

Da nun aber bei allen auch sonst noch so verschiedenen Leiblichen die Möglichkeit offen ist, andre mischend zu durchdringen und von anderen durchdrungen zu werden, so folgt, daß die Mischbarkeit oder wie man sie sonst auch zum Unterschiede der Unverdrängbarkeit (Undurchdringlichkeit durch Andringen) nennt: die chemische Durchdringbarkeit, eine eben so allgemeine Eigenschaft der Materie als ihre Unverdrängbarkeit ist, und daß mithin in jedem besonderen Leiblichen die Erscheinungen der Raumerfüllung und die der möglichen Durchdringung von Gegenkräften gleicher Art erzeugt werden; mithin, daß jegliche Materie den Raum erfüllt und in dieser Erfüllung sich ändert durch Kräfte, die einander entgegen wirken, und daher Gegenkräfte, und sofern sie die Bedingung der allgemeinsten Beschaffenheit und Erscheinung aller Materien, die der Raumerfüllung und der Durchdringbarkeit enthalten: Grundkräfte genannt zu werden verdienen.

§. 11.

Wir nehmen zwey dergleichen im Wesen der Materie enthaltene Grundkräfte an: die Kraft des Zusammenhalt's oder der „Anziehung" (Zugkraft, Attractivkraft), oder die Bindkraft, und die des Auseinandertrieb's oder der „Abstoßung" (Dehnkraft, Repulsivkraft) oder die Löskraft; unter andern werden wir erstere in der Folge bestimmter kennen lernen (jedoch so wenig wie die letztere für sich oder gesondert, sondern stets nur in Wechselwirkung mit ihrer Gegenkraft und mit dem, was diese zu vertreten vermag) bei den Erscheinungen des leiblichen Zusammenhalts oder der Cohärenz und letztere bei denen der Ausdehnung z. B. der fühlbaren Wärme.

1) Daß weder die eine noch die andere (und überhaupt keine) Kraft für sich den Raum erfüllen würde, wenn eine solche ohne die andere d. i. durchaus frei wirkend von uns wahrgenommen werden könnte, läßt sich schon aus der Wirkungsweise ableiten, welche die Grundkräfte

in ihrer Wechselwirkung zeigen; die aufgeregte Löskraft gegen die aufzuregende Bindkraft (in den Erscheinungen der dehnenden Wärme) und die aufgeregte Bindkraft gegen die aufzuregende Löskraft (in den Phänomenen der engenden Cohärenz).

2) Verschiedene Naturforscher weichen von dieser Ansicht ab, indem der eine (kleinste) Theil derselben der Materie gar keine Kräfte im obigen Sinne des Worts zugesteht, sondern annimmt, daß alles Leibliche aus — zwar durch mechanische Theilung nicht erreichbaren aber doch erschließbaren letzten Theilchen (Atomen) besteht, welche an sich gleichartig nur durch die besondere Art ihrer Zusammenstellung alle Verschiedenheiten erzeugen, die man an den verschiedenen leiblichen Dingen bemerkt; der andere Theil hingegen zwar Zug- und Dehn- oder Anziehungs- und Abstoßungskräfte jeglicher einzelnen Materie zuschreibt, aber diese Kräfte nicht als das betrachtet, durch welches die Erscheinungen der Raumerfüllung und räumlichen Begrenzung hervorgebracht werden, sondern vielmehr meint, daß die Materien an sich einfach, nicht aus Gegenkräften geworden (und weder durch Gegenkräfte bestehend noch durch dieselben sich wesentlich ändernd) sondern nur mit denselben begabt seyn und durch sie entweder zu einander geführt (gezogen) oder von einander entfernt (abgestoßen) würden; vergl. die Einleitung zu meinem Grundr. d. Experimentalphys. u. den 2te Abschn. m. Einleitung in d. neuere Chemie.

§. 12.

Was die Grundkräfte einzeln für sich sind, d. h. wie sie sich verhalten würden, wenn jede derselben frei (ohne die andere) wirkte, wissen wir nicht, weil wir sie stets nur in Wechselwirkung im gemeinschaftlichen Raume wahrnehmen; so viel können wir aber aus der Vergleichung mit anderen Kräften z. B. mit den mechanischen Kräften (der Stoßkraft, Wurfkraft u. dgl.) erschließen, daß sie einzeln gegeben, so wenig wie die genannten, die Räume erfüllen würden, in welchen sie und durch welche sie hindurch zu wirken vermögten; und wie sich mechanische Kräfte unter andern dadurch von geistigen unterscheiden, daß sie durch Mittheilung gemindert, geschwächt und aufgehoben (d. i. zur Unthätigkeit gebracht) werden können, so würden Zweifels ohne auch die freien Kräfte des Wesens der Materie durch Mittheilung theilbar sein.

§. 13.

Wir können uns denken, daß dieselben Gegenkräfte in einem verschiedenen Grade einander entgegen wirken. Wenden wir dieses auf die Materie an, so würde das Phänomen der Raumerfüllung in einem verschiedenem Maaße zu Stande kommen müssen, wenn ihre Grundkräfte in jedem Punkte mit verschiedener (verschiedentlich ungleicher) Stärke gegeneinander wirkten. Wirklich finden wir die einzelnen Materien hinsichtlich ihrer Raumerfüllung verschieden; und indem wir jeden gegebenen Ausdruck der Raumerfüllungsstärke jeglicher Materie im Allgemeinen durch das Wort Masse bezeichnen, werden wir dort mehr Masse (höheren Grad von Raumerfüllung) anzunehmen haben, wo wir bei gleichem Volumen, ein größeres Gewicht (§. 6. Anm. 7. u. f.) vorfinden, und umgekehrt dort eine geringere, wo wir bei Volumsgleichheit ein geringeres Gewicht bemerken. Diese Ungleichheit der Massen bei gegebener Gleichheit des Volums, nennt man die ungleiche Dichtigkeit der Materien, und jene Materie wird die dichtere genannt, welche bei gleichem Raumsinhalte mehr wiegt als die andere, in dieser Hinsicht damit verglichene, oder deren Eigengewicht (a. a. O.) größer ist als das der anderen Materie.

§. 14.

Bei gleichem Raumsinhalt (Volum) zweyer Materien verhalten sich die Dichtigkeiten derselben wie ihre absoluten Gewichte; bei „gleichen Gewichten wie ihre Raumsinhalte“, und bei ungleichen Raumsinhalten und ungleichen Gewichten, wie die Quotienten der Gewichte durch die Raumsinhalte; §. 6. Anm. 7. u. f.

§. 15.

Sofern die Dichtigkeiten gegebenen Materien unter andauernder Gleichheit des Gegenwirkungsverhältnißes ihrer Umgebungen (z. B. deren Wärme ꝛc.) dieselben bleiben, beharren die Grundkräfte der Materien in dem (die Raumerfüllung von bestimmtem Grade zur Folge habenden) Maaße gegenseitiger Hemmung ihrer freien Wirksamkeit, oder sind ihre Grundkräfte im Gleichgewichte.

1) Denn das Gleichgewicht der Kräfte ist jene scheinbare Ruhe, welche eintritt, wenn Gegenkräfte in solchem Maaße einander entgegen wirken, daß dadurch ihre gesammte gegenseitige Thätigkeit nur wechselseitig auf sich (d. i. auf das Wesen oder das Innre der Materie) bezogen bleibt und jegliche Wirkungsweise der einen oder der anderen Kraft auf Andere, ausserhalb der Gegenkraft Vorhandene, mithin jedes nach Aussen gerichtete Einzelwirken der einen oder anderen Kraft, durch die Gegenkraft verhindert wird. Indeß ist ein solches vollkommenes Gleichgewicht der Kräfte nur in der Idee möglich; in der Wirklichkeit wird ununterbrochen die eine oder die andere Kraft durch die in steter Veränderung begriffenen Umgebungen zum Nach-aussen-Wirken bestimmt (oder wird die Gegenthätigkeit stets von Aussen her mehr oder weniger aufgeregt und dadurch zum Ablassen von der lediglich nur gegeneinander gerichteten Thätigkeit und zum theilweisen Wenden dieser Thätigkeiten gegen die von Aussen Einwirkenden getrieben) d. h. wird das Gleichgewicht der Kräfte stets mehr oder weniger gestört und durch vollendete Störung aufgehoben.

2) Die Grundkräfte jeglicher Materie sind mithin nur in scheinbar andauernder Ruhe nach Aussen, hingegen in wirklicher, steter wechselseitiger Störung ihres Gleichgewichts, und die ganze, in fortdaurender Aenderung begriffene Welt als solche, befindet sich in einem steten Stören oder Verlieren und Wiederherstellen des Gleichgewichts ihrer Kräfte, ohne daß es je zur völligen Aufhebung (absoluten Unruhe), oder umgekehrt zur gänzlichen und bleibenden Herstellung (absoluten Ruhe) des Gleichgewichts aller ihrer Kräfte käme.

§. 16.

Der Störung oder dem Aufheben des Gleichgewichts der Kräfte zweyer oder mehrerer Materien folgt das Streben zu Wiederherstellung desselben, sich in der Erscheinung äussernd als Anziehung der zuvor entfernten Grenzpunkte in Wechselwirkung begriffener Materien.

1) Es ist daher nie eine Kraft, welche das Anziehen der Materien (d. i. das Nähern ihrer Grenzpunkte) veranlaßt, sondern es ist stets ein gegenseitiges Kraftverhältniß, wodurch das Angezogen werden bedingt wird. Darum ist auch die Bezeichnung der einen der Grundkräfte durch den Ausdruck: Anziehungskraft nicht gut gewählt, wiewohl es schwer halten dürfte, einen passenden Ausdruck zu finden.

2) Können sich die Grundkräfte dem Grade ihrer Wirksamkeit nach unterscheiden (wie dieses z. B. die verschiedene Dichtigkeit der verschiedenen Materien lehrt) so kann dieser gradweise Unterschied

nur darin bestehen, daß sie in gegebenen Zeiten in einem Maaße wirken, welches für diese Zeiten ins Unendliche vergrößerungs- oder verkleinerungsfähig ist, und bei stattgehabter gradweisen Verschiedenheit wirklich in der bestimmten Zeit vergrößert oder verkleinert ward.

§. 17.

Dem hergestellten Gleichgewichte folgt durch von Aussen einwirkende Aufregung (§. 15. Anm. 1.) die neue Störung, sich in der Erscheinung darstellend als Abstoßung, und zwar entweder zwischen zwey räumlich getrennten Materien, deren jede einzelne hinsichtlich des Gleichgewichts ihrer Kräfte mit der anderen gleichwerthig war, oder zwischen den Bestandtheilen einer gemischten Materie, deren einander entgegengesetzte Bestandtheile auseinander treten, weil einer oder einige derselben von Aussen her zur Anziehung bestimmt wurden, während der andere oder die übrigen entweder der ihnen entsprechenden ebenfalls von Aussen aber in gesonderter Richtung einwirkenden Gegenziehung folgten, oder (was vielleicht in der Wirklichkeit nie der Fall ist) ruhend zurück blieben, d. i. ausgeschieden wurden.

1) Beispiele der Abstoßung zwischen getrennten Materien von gleichartigem Werthe, liefern die gleichnamigen Pöle zweyer Magnete; desgleichen die Gegenflächen zweyer gleichnamig elektrisirten Massen.

2) Gießt man zu Kalkwasser (d. i. gebranndten Kalk in Wasser aufgelöst) starken Weingeist, so wird die Flüssigkeit milchig, und nach einiger Zeit setzt sich Kalk, der zuvor mit dem Wasser verbunden und flüssig war, in Form eines feinen Pulvers (pulverigen Niederschlags) zu Boden, während die überstehende Flüssigkeit aus Weingeist und Wasser besteht. Der Weingeist wirkte hier zersetzend d. h. zwischen Wasser und Kalk Abstoßung veranlaßend, indem er das Wasser durch seine Gegenwirkung nöthigte ihm gegenüber ziehend wirksam zu erscheinen. Das chemische Gleichgewicht zwischen Kalk und Wasser wurde aufgehoben, während das zwischen Wasser und Weingeist sich herstellte. — Läßt man die beiden Elektricitäten, das + E und — E, von einander entgegengesetzten Richtungen in das, in einer Glasröhre enthaltene Wasser einströmen, so wird das Wasser zersetzt: an dem Einströmungsorte des + E erscheint Sauerstoffgas (während das + E verschwindet), an dem des — E: Wasserstoffgas (während das — E verschwindet) und zwey Luftarten (Gase) sind statt des (durch vollkommene Aufhebung des chemischen Gleichgewichts) verschwundenen Wassers hervorgegangen; indem der

eine der Wasserbestandtheile dem + E gegenüber mit dem freien Wirkungswerthe von — E (welches das einströmende + E in OE ausgleicht), der andere mit dem freien Wirkungswerthe von + E, (welches mit dem einströmenden — E zu OE in Gleichgewicht tritt) zur Herstellung eines mächtigern Gleichgewichts, als das des Wassers war, getrieben wird. Bis hieher das beschriebene Phänomen betrachtet, ist indeß die Gleichgewichtsaufhebung zwischen den Wasserbestandtheilen während der Wasserzersetzung eher Zersetzung durch Auseinanderzug als Zersetzung durch angebliche, zwischen Sauerstoff und Wasserstoff statthabende Abstoßung zu nennen; nichts destoweniger findet bei dieser und bei allen ähnlichen Zersetzungen auch wirkliche Abstoßung statt. Denn indem an dem einen Einströmungsorte nur Sauerstoff, am andern nur Wasserstoff erscheint, während doch vor der Zersetzung an beiden Orten beide Bestandtheile zugegen waren, wird der mit dem Werthe von — E wirkende Sauerstoff nicht nur vom einströmenden + E des einen Ortes angezogen, sondern auch von dem am andern Ende einströmenden — E abgestoßen, und eben so der mit dem Werthe des + E wirkende Wasserstoff von dem an einem Ende einströmenden — E angezogen und von dem am andern gleichzeitig hinzukommenden + E abgestoßen.

3) Scheinbare positive Entfernung zweyer sich entgegen stehenden Grenzpunkte (d. i. scheinbare Abstoßung) erfolgt innerhalb gegebener Raumerfüllungen, wenn das in ihnen wirkende Maaß von Zusammenhalt (Cohärenz) durch gegenwirkende ausdehnende Gewalt vermindert wird; wie dieses z. B. bei der Ausdehnung fester und tropfbarer Materien durch Erwärmung der Fall ist. In dem sich vorhandene Cohärenz und zukommende Wärme mehr und mehr ins Gleichgewicht setzen, wird im gleichen Verhältniß die Cohärenz und damit das Eng-beisammensein der denkbaren Theilchen der cohärenten Materie gemindert. Derjenige Antheil der Wärme, welcher diese Minderung bewirkt, verschwindet eben dadurch für die Wahrnehmung als fühlbare, oder wird — wie man sich auszudrücken pflegt — gebunden (latent).

4) Ausser der Wärme bewirken ähnliche Ausdehnung, mittelst Minderung des Zusammenhalts oder statt dessen des Zusammenzugs, auch noch folgende, späterhin näher zu bestimmende Gewalten; die des Lichts (sofern es Wärme oder Elektricität erzeugt), der Elektricitäten und die mechanische des Umschwungs. Ein Beispiel von der Wirkung der letztgenannten Gewalt gewährt die ununterbrochen um ihre Axe sich wälzende Erde. Es wird nämlich die Macht, mit welcher die Erdtheile zusammengezogen und mit ihren Anziehungen gegen den Erdmittelpunkt gerichtet sind, um so mehr durch den von der Erde abtreibenden Umschwung gemindert, je weiter die Theile

vom Erd-Mittelpunkte entfernt sind, d. i. je grösser die Bahn wird, welche die Theile gleichzeitig mit den dem Mittelpunkte näher liegenden Theilen beschreiben. Daher wirbelt in den Aequatorgegenden fortdauernd die Luft in die Höhe, sich dabei nach Oben zu ausdehnend, während die Polarluft von unten her wieder nachfließt, und so jener Luft Raum giebt, welche in den Aequatorgegenden aufwärts getrieben (als gewichtiges Wesen hinsichtlich der Gewalt des Gesammtzugs der Erde zwar mittelst des Umschwungs auftreibbar, aber der Zuggewalt selber nicht entziehbar) in die gewordene Luftleere der Polargegenden wieder hinabsinkt, und während dieses Sinkens dem Erdmittelpunkte näher kommt, als sie es zuvor unter dem Aequator war. — Feste und tropfbare fallende Materien, fallen unter sonst gleichen Umständen langsamer in Erdgegenden des geschwinderen Umschwungs (z. B. unter dem Aequator); theils — wie die Folge zeigen wird — wegen größerer Entfernung vom Mittelpunkte der Zuggewalt der Erde, theils wegen der Einwirkung, welche der Umschwung der Zugrichtung entgegensetzt. Denken wir uns hiebei die ganze Zeit des Falles z. B. einer aus der Luft herabstürtzenden festen Masse aus einer bestimmten Zahl von Zeittheilen zusammengesetzt, so ist klar, daß in denjenigen Zeittheilchen, in welchen der von der Erde abtreibende Umschwung auf die Masse wirkte, diese nicht dem Erdzuge folgen kann; hat sie nun überhaupt eine jener Zahl gleichkommende Anzahl von Zeittheilchen nöthig, um von einer gewissen Höhe herabzufallen, so werden ihr von der nachfolgenden Zeit noch so viel Theilchen zugegeben werden müssen, als sie (für das Fallen) dadurch verlohr, daß sie innerhalb gewisser Zeittheilchen nicht zur Erde gezogen, sondern von ihr abgetrieben wurde; sie wird mithin in einem größeren Zeitraum d. i. langsamer zur Erde gelangen, als sie gefallen wäre, wenn sie einen Theil ihrer Zeit nicht hätte auf Mitwirkung der Schwunggewalt verwenden müssen.

5) Auch eine dem Magnetismus ähnliche Macht, scheint unter gewissen Umständen dehnend wirken zu können; jedoch nicht, indem sie die Cohärenz vermindert, sondern umgekehrt, indem sie dieselbe vermehrt, aber nicht vom Mittelpunkte gegen den Umfang nach allen Richtungen, sondern nur nach einigen (Längen- und Flächen-) Richtungen, wodurch dann die denkbaren cohärenten Theilchen der den Einfluß jener Macht erleidenden Masse in Lagen gebracht werden, welche der Masse einen größeren Raumsumfang verschaffen, als sie vor Einwirkung der Macht hatte. So z. B. nimmt Eis einen größeren Raum ein als kaltes tropfbares Wasser; aber nicht nur Eis, sondern auch Wasser von einer größeren Kälte als 3½° R. (also Wasser von 3½° R. bis 0° R.; siehe oben S. 22. Anm.) hat einen

grösseren Raumsumfang als das wärmere Wasser von 3½° R. Ich vermuthe, daß es dieselbe — von mir durch den Ausdruck Krystallmagnetismus bezeichnete Macht ist, welche sowohl diese Ausdehnung des kälteren Wassers, als weiterhin auch das Werden des Eises (gemäß dem bei minderer Temperatur eintretenden Vorwalten ihrer Wirksamkeit) bedingt; und daß dieser Krystallmagnetismus der Erdmagnetismus ist, sofern er im Einzelnen zur ungewältigten Wirksamkeit gelangt. Denn der Erdmagnetismus, wie der gewöhnliche Metallmagnetismus (z. B. des Eisens) kommen erst zur Wirksamkeit, wenn die einwirkende Wärme durch die Cohärenz der Erde oder des Metall's ins Gleichgewicht gebracht ist, und schon wirkende Magnete werden in ihrer Wirksamkeit durch Erhitzung auf ähnliche Weise geschwächt, wie es beim Erdmagnetismus (d. i. die in geradliniger Richtung über die Grenze hinauswirkende Cohärenz der Erde?) seitwärts von der magnetischen Erdaxe, nach dem Aequator zu der Fall ist. Bei 3½° R. ist Wärme und Cohärenz des Wassers gleich, oberhalb 3½° wird durch zunehmende Wärme die Cohärenz gemindert und dadurch das Wasser ausgedehnt, unterhalb 3½° wird zwar die Cohärenz vermehrt, folgt aber dem linearen Einwirken des Erdmagnetismus, ordnet sich demselben unter und das Wasser wird in eine magnetische Lagerung seiner denkbaren Theilchen gebracht, welche erfahrungsgemäß zu größerem Raumsumfange führt, als selbst bei 3½° R. für das Wasser gegeben war. Vergleiche diese Hypothese (sie mag als Beispiel zu §. 4. Anm. 4. betrachtet werden) mit den Bemerk. S. 279 meiner Einleitung in d. n. Chem.

§. 18.

Die Kraftverhältnisse der Räumlichwirksamen bewirken dem Vorhergehenden zufolge entweder Anziehung oder Zurückstoßung; beide erfolgen entweder in alle Fernen nach dem umgekehrten Verhältniß ihrer Fortwirkung (Verbreitung) durch den Raum, d. h. nach dem umgekehrten Verhältniße des Quadrats der Entfernung, oder nur in der Berührung, nach dem umgekehrten Verhältniß des Raumes, den die Berührenden einnehmen.

1) Beispiele der Anziehung und der Abstoßung in die Ferne, geben zwey Magnete, für die erstere, wenn sie mit ihren ungleichnamigen, für die letztere, wenn sie mit ihren gleichnamigen Polen gegeneinander gerichtet sind. Beispiele der Anziehung und Abstoßung in der Berührung alle chemische Zersetzungen; s. oben §. 17. Anm. 2.

2) Ueberall, wo anziehende oder abstoßende Kraftverhältnisse bereits in Materien entwickelt sind, wirken diese auch ziehend oder zurückstoßend über ihre Grenzen in die Ferne hinaus; wo hingegen jene Verhältnisse erst durch die Berührung zu Stande kommen, wie z. B. bei allen Mischungen, wirken sie auch erst mit und nach dem Eintritte der Berührung, wechselseitig von der Grenze des einen der Berührenden in die Substanz des anderen, und umgekehrt, und die entgegenstehenden Substanzen der Berührenden sind dann selber die endlichen Fernen, innerhalb welcher ziehend oder abstoßend fortgewirkt wird. Man kann daher die Fernenwirkung als in der ziehenden oder abstoßenden Materie schon bedingte oder schon veranlaßte oder wirkliche, die nur in unmeßbarer Nähe statthabende Zug- oder Abstoßungswirkung hingegen, als eine bei der einzelnen Substanz nur mögliche, durch die Berührung der Gegensubstanz veranlaßbare, ausserdem noch gar nicht vorhandene Thätigkeitsäusserung betrachten. Darum kann man streng genommen z. B. vom Magnetismus sagen: er ist mit Zug- und Abstoßungsgewalten begabt, im Magnete schon vorhanden; nicht aber läßt sich erweisen, daß z. B. Mischung erzeugende Zuggewalt schon im Eisen entwickelt sey, sondern es lehrt vielmehr die Erfahrung, daß solche Gewalt erst im Eisen zu Stande kommt, während es von einer anderen ihm ungleichartigen Materie (nach Aufhebung des beider Aus- und Ineinanderbewegung verhindernden Cohärenzmaaßes) berührt wird; vergl. m. Einleitung in. d. n. Chem. S. 311—312. 498 u. f.

§. 19.

Je zwey Materien werden mithin gegeneinander zeigen: 1) entweder einen bestimmten Grad der Anziehung aus der Ferne, oder der Abstoßung in die Ferne; 2) entweder ein bestimmbares Maaß der Anziehung in der Berührung oder der Zurückstoßung bei und in der Berührung; und insofern das erstere in der Erscheinung nothwendig mit Raumsverengung und das letztere mit Raumserweiterung verknüpft ist: einen bestimmten Grad entweder der Zusammenziehung oder der Ausdehnung.

1) Erhitztes Wasser geht (sich ausdehnend) in Wasserdampf (Wassergas) über; abgekühlter Dampf fließt hingegen zu Tropfen zusammen.

2) Inwiefern Ausdehnung durch Minderung der Cohärenz bedingt wird, s. oben §. 17. Anm. 3.

§. 20.

Ausser diesen aus den Grundkräften abgeleiteten allgemeinen Verschiedenheiten des gegenseitigen Verhaltens der Materien zu einander, laßen sich auch die verschiedenen Arten der Raumerfüllung jeder einzelnen Materie für sich genommen, auf das Verhältniß der in ihnen thätigen Gegenkräfte zurückführen. Man unterscheidet nemlich vorzüglich drei Arten der Raumerfüllung, und bezeichnet sie, sofern man sie als veränderliche Beschaffenheiten (oder als bestimmte, zum Theil in einander überführbare Formen des Daseyns der Materie) betrachtet durch den Ausdruck Zustände. Es sind die der Ausdehnsamkeit oder Expansibilität, der Tropfbarkeit oder Liquidität und der Starrheit (Festigkeit) oder Rigidität. Die erstern beiden haben zugleich einen gemeinschaftlichen, sie von dem dritten der genannten Zustände unterscheidenden Beschaffenheitswerth, den der Flüssigkeit oder Fluidität. Während nämlich das Starre beim Verschieben seiner Theile ungleichen Widerstand (oder Reibung durch Gegenstemmen) zeigt, widersteht das „Flüssige" dem Verschieben in allen seinen denkbaren Theilen „mit gleicher Stärke" (oder zeigen die Theile desselben gegeneinander keine Gegenstemmungs-Reibung, wenn sie verschoben werden). Die Ungleichheit des Widerstandes im Starren, ist offenbar Folge ungleicher Anziehung seiner Theile, und zwar sowohl in Absicht auf Richtung, nach welcher die Anziehung wirkt, als auch hinsichtlich der Stärke, mit welcher es in den verschiedenen Gegenpunkten innerhalb seiner Raumerfüllung ziehend thätig ist. Im Flüssigen hingegen ist „Richtung und Stärke des Zuges" überall gleich. Im Starren ist also der Zusammenhalt oder die Cohärenz ungleich und ungleichartig, im Flüssigen hingegen durchgängig „gleich" und „gleichartig".

§. 21.

Da aber die Erfahrung lehrt, daß alle Starre ohne Ausnahme durch angemessene Erhitzung flüssig werden, und da sämmtliche Flüssige theils für sich, oder nach beendeter Mischung mit anderen (ebenfalls flüssigen oder auch starren) Materien, vorzüglich durch Entwärmung, überhaupt aber

durch Entlaßung des Wältigers der Cohärenz zu erstarren vermögen, und da ferner jegliches gewordene Starre aus mechanisch ablösbaren Theilganzen besteht, welche sich im ungetrennten Starren in bestimmten, die Aussengestalt (Figur) und Innengestalt (Structur) erzeugenden Lagen befinden, während jegliche Flüssigkeit nur mögliche Theile, aber keine selbstständigen Theilganze enthält, sondern vielmehr ein ununterbrochen zusammenhangendes Ganze (ein Continuum) darstellt: so folgt, daß um flüssig zu erscheinen, zunächst derjenige Theil der Cohärenz durch die Wärme ausgeglichen (oder unwirksam gemacht) werden muß (die dadurch im gleichen Verhältniß aufhört fühlbar zu seyn; s. oben §. 17. Anm. 3.), welcher als ungleiche und ungleichartige im Starren zugegen ist. Nur bis zu diesem Punkte der Wältigung der Cohärenz durch Erwärmung gelangt, erscheint das ehemals Starre geschmolzen (geflossen) d. i. tropfbar; d. h. die übrig gebliebene, nun überall gleiche und gleichartige Cohärenz waltet noch in so weit über die Masse, daß diese in jedem denkbaren Punkte ziehend erscheint; und da sie annoch vorherrschend überall auf gleiche Weise und mit gleicher Stärke zugegen ist, so ergiebt sich daraus für die Masse die Erfüllung des Raums unter möglichst kleiner Begränzung, welche in dem Tropfen (d. i. der — mehr oder weniger durch von Aussen einwirkende Zuggewalten verschiebbaren — Kugel) gegeben ist.

§. 22.

Wird auch dieser noch übrige Antheil von Cohärenz durch dehnende Mächte in's Gleichgewicht gebracht, so hört das Flüssige auf sich selber zu begrenzen, wird durch jeden, auch den kleinsten Zusatz von dehnender Macht ausdehnsam (d. i. in Ausdehnung beharrend), und bezeugt das in ihm vorhandene Gegenwirken der Anziehung vermittelnden Bindkraft (§. 11.) nur noch durch die Erfüllung desjenigen Raums, den es — an weiterer Ausdehnung durch äussere Gewalt (z. B. durch sperrende Gefäßwände) gehindert — gezwungenermaaßen einnimmt. War hiebei Wärme die dehnende Macht, so erscheint das Ausdehnsame als Veränderlich- oder Jeweilig Ausdehnsames, welches durch Entwärmung wiederum tropfbar oder starr wird, und heißt

dann Dampf; waren hingegen ausser der Wärme noch andere Dehnende in dem Ausdehnsamen als Wältiger der Cohärenz zugegen, so reicht bloße Entwärmung nicht hin, um die Ausdehnsamkeit in die Zusammengezogenheit (des Tropfbaren oder Starren) zu verkehren, sondern es müssen dem Ausdehnsamen vor allem die anderen Dehnenden entzogen werden, um es zur Tropfbarkeit oder Starrheit überzuführen, und solche Entziehung ist erfahrungsgemäß nur möglich durch mischende Einwirkung anderer Materien. Ausdehnsame dieser Art, welche für sich weder tropfbar noch starr werden, heißen Lüfte oder Gase; jedoch geben neuere Physiker die letztere Benennung allen Ausdehnsamen ohne Unterschied, Dampf und Luft als Gattungen des Gases betrachtend; während ältere naturwissenschaftliche Schriftsteller den Namen Luft ausschließentlich der atmosphärischen Luft beilegen und die Benennung Gas für alle übrigen Lüfte gebraucht wissen wollen.

23.

Fragt man: von welcher Natur jene anderen Dehnenden seyen, so ist es wahrscheinlich, daß es vorzugsweise die Elektricitäten sind, weil diese bei der Erzeugung der Lüfte aus Tropfbaren (§. 17. Anm. 2.) für die Wahrnehmung verschwinden, ohne der einzelnen Luft, als solcher wieder entzogen werden zu können (so daß dabei die Materie der Luft nach der Entziehung für sich oder mit anderen Materien unvermischt bliebe) während der einzelnen Materie — deren Zustand verändernd — die Wärme zugeführt und wieder entzogen werden kann, ohne daß es dazu der mischenden Gewalt einer anderen Materie bedurfte. Verlieren hingegen die Materien ihren Luftzustand durch mischende Wechselwirkung, so werden jedesmal Elektricitäten frei, während bei dergleichen Veränderungen nicht immer Wärme fühlbar hervortritt, wenigstens nicht in einer solchen Menge, daß nur daraus die vorhergehende Ausdehnsamkeit abgeleitet werden könnte. Häufig, aber nicht immer, wird auch beim Verschwinden des Luftzustandes durch chemische Gegen- und Einwirkung Licht frei; meist als Erzeugniß in großer Menge frei werdender Elektricitäten, seltener in Folge gehäufter Wärmeentbindung.

1) Gehörig ausgeglühte Kohlen saugen z. B. Lüfte ein, ohne dadurch beträchtlich erwärmt zu werden; sie sind, wie die Folge zeigen wird, ohne dies schlechte Wärmeleiter, hingegen gute Leiter und gute Erreger der Elektricität. Die letztere Eigenschaft ist es vorzüglich, welche sie zur Luftabsorption so geschikt macht, indem sie mit Hülfe des an ihnen durch die Lüfte (wie auch durch Dämpfe und selbst durch Tropfbare) erzeugten E, den Theil des entgegengesetzten E der Luft, welcher die Luftform bedingte, zu OE ausgleichen. — Auf ähnliche Weise wirken sie auch, wenn sie den Gasen oder Tropfbaren duftende oder stinkende, oder farbige Beimischungen entziehen. — Erhitzt werden Kohlen positiv elektrisch (erhalten sie + E) und diese Elektrisirung reicht hin a) die eingesogenen und mit ihnen vermischten, sonst luftigen Materien wieder in Lüfte zu verkehren und b) beide: Kohle und Lüfte mit gleichnamiger Elektricität beladend (ladend) von einander abstoßen zu machen; §. 17. Anm. 1.

2) a. Folgendes sind die Hauptarten des Starren 1) das Drusige oder Krystallinische; es entsteht, wenn Flüssiges durch Gegenflächenwirkung zur Blatt-(Platten- oder Tafel-) Bildung gelangt, und die also gebildeten Blättchen mittelst einer der magnetischen Wirksamkeit ähnelnden Polarität (d. i. Richtungsentgegengesetztheit im Wirken vergl. §. 17. Anm. 5.) und deren abstoßenden und anziehenden Gewalten unter bestimmten Winkeln sich regelmäßig begrenzen. Indem sich nemlich die Richtungen schneiden, nach welchen das Gleichwerthig-Wirkende abgestoßen wird, während jene Richtungen, nach welchen das Ungleichwerthige sich anzieht, parallel laufen, bildet jedes Blättchen mit dem nächsten einen Winkel und diese sich kreuzenden Richtungen durch die ganze Masse parallel gedacht, geben die krystallinische Structur. Erfolgt nun diese Veränderung in einem gleichartigen Flüssigen, so entspringt vom ersten Anhebepunkt der ganzen Wirkung die Hauptrichtung der Abstoßung und Anziehung (man sieht von hier aus die Durchsichtigkeit des Flüssigen abnehmen und durch eintretende Spiegelung sich ändern, wenn man z. B. wässrigflüssiges schwefelsaures Kupferoxyd, oder — was dasselbe ist — eine gesättigte wässrige Lösung des Kupfervitriols auf einem ausgehöhlten Glasstreifen mikroskopisch bis zu der durch Sonnenlicht beförderten Krystallisation beobachtet), und damit die Lagerung oder Lage des werdenden Krystalls; und die Stärke, mit der in dieser Richtung ursprünglich gewirkt wurde und andauernd gewirkt wird, giebt die Länge desselben. Die hiedurch hervorgehenden Ebenen bilden unter sich bestimmte Winkel, den Durchgang der Blätter und begrenzen eine nun starre Masse, welche die primitive Gestalt, oder der Krystallkern genannt

wird. Nach und nach begrenzt sich dieser Krystallkern unter bestimmter gesetzmäßiger Abnahme der Flächen, und gemäß den Durchgängen der Blätter, theils in der Hauptrichtung, theils nach den schwächeren Seitenrichtungen, und führt so zur sekundären Form, mit welcher der Krystall, als in sich beschlossene selbstgestaltete Materie, d. i. als ein selbstständiges Körperganze erscheint. Körper wird von uns jede Materie genannt, so fern sie (sich selber Grenze setzend) durch eigene Kräfte gestaltet ist. Gestaltlos und in sofern unkörperlich, ist das Ausdehnsamflüssige, gestaltet hingegen ist der Tropfen und jegliches Starre. Jedoch wird das Tropfbare in der Regel als Gestaltloses betrachtet, weil es von jenen Gefäßen, durch welche es eingeschossen wird, Aussengestalt annimmt, ohne weder im Gefäß noch als Tropfen Structur zu zeigen, und weil — wie die Folge zeigen wird — seine Fähigkeit Tropfen zu bilden, zum Theil vom Drucke auflastender ausdehnsamer Flüssigkeiten abhängig ist. In diesem richtigeren Sinne ist nur körperlich, was vorzüglich von der eigenen Natur bedingte Aussen- und Innengestalt hat.

2) b. Alle Krystalle laßen sich hiernach durch Zerklüften nach den Richtungen der Durchgänge der Blätter auf Krystallkerne zurückführen, die hinsichtlich ihrer Gestalt nach Hauy in folgende sechs zerfallen: Parallelepipeden mit sechs Flächen, regelmässige Tetraëder, regelmäßige Octaëder, sechsseitige Säulen, Dodecaëder mit gleichen und ähnlichen Rautenflächen und Dodecaëder mit gleichen und ähnlichen gleichschenkligen Dreiecken.

2). c. Somit ist also der Krystallkern die Form, aus welcher sämmtliche verschiedene Formen einer gestalteten Materie abgeleitet werden können. In diesem Sinne heißt sie die primitive oder Grundform, (Grundgestalt) die davon abgeleiteten Formen hingegen werden abgeleitete Gestalten, oder sekundäre Formen genannt. Bernhardi wählt zur Bestimmung der Gattungen der Grundform, von vielen möglichen primitiven Formen nur diejenigen aus, welche vermöge größerer Einfachheit, die Herleitung der übrigen Formen so einleuchtend als möglich zulaßen. Bernhardi unterscheidet diesem zufolge regelmäßige und unregelmäßige Grundgestalten; zu ersteren gehören nur jene, welche sich auseinander herleiten laßen, und welche, sobald man sich hypothetische Verhältniße der Abnahme (oben Anm. 2. a.) erlaubt, sämmtlich auf eine einzige Form zurückgeführt werden können, zu der man am paßendsten den „Würfel" wählt; es sind demnach hieher zu zählen der Würfel, das Octaëder, das Dodecaëder und Ikositetraëder; zur Klasse der unregelmäßigen Grund-

gestalten gehören hingegen: das Rhomboëder und das irreguläre Octaëder. — Die Ursache der Verschiedenheit der mathematisch bestimmten Richtungen, oder der Verschiedenheit der Grundgestalt liegt in den verschiedenen krystallisirbaren Materien selbst, und hängt mit deren besonderen Natur nothwendig zusammen; auf die Arten derselben oder abgeleiteten Formen, können hingegen verschiedene einwirkende, ausserhalb der Materie befindliche Gewalten (z. B. andere schon krystallisirte und annoch flüssige Materien, desgleichen Licht, Wärme und Verdampfung, Elektricität ꝛc.) ändernden Einfluß üben; ein und derselbe Stoff hat daher unter allen Umständen dieselbe Grundform, aber stets von Beimischungen und äusseren Einwirkungen abhängige abgeleitete Formen. Alle Metalle und metallartigen Stoffe haben regelmäßige Grundgestalten; Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff (nebst Sauerstoff der Hauptbestandtheil der atmosphärischen Luft); der Schwefel, Phosphor und einige diesen Stoffen ähnelnde, zeigen hingegen unregelmäßige Grundgestalten. — Neue Grundformen werden durch Verbindung regelmäßiger mit unregelmäßig gestalteten Stoffen, bisheriger Beobachtung zufolge nur in organischen Leibern erzeugt. —

2) d. Unter gewissen Umständen sind die durch Seitenrichtungen (oben Anm. 2. a.) erzeugten Erweiterungen des Krystalls also ablösbar, daß die Hauptrichtungen des Krystalls entblößt zurückbleiben; ein hieher gehörendes Beispiel gewährt der sogenannte Metallmoor (Moiré metallique), d. i. gleichzeitig mit auflösender saurer Flüssigkeit begossenes und stellenweise erhitztes Weißblech, welches nachgehends getrocknet und überfirnißt worden ist, nachdem zuvor hinreichende Seitenkrystallrichtungen des Metalles aufgelöst und an diesen Stellen die Hauptrichtungen, an gewissen — durch die stellenweise Erhitzung beliebig sichtbar gemachten — Orten entblößt worden sind.

2) e. Blöde unterscheidet a) wesentliche Krystalle, die einer Substanz und deren abgeleiteten Formen einheimisch sind, und b) Afterkrystalle, die einer Substanz und deren Krystallsuite fremd sind; letzte begreift noch die sog. pseudowesentlichen (oder „metamorphischen") in sich, d. s. diejenigen, deren Substanzen durch Metamorphose (oder vielmehr durch Eindringen anderer meist breiiger Materien in die Zwischenräume entweder schon gebildeter oder im Bilden begriffener Krystalle) aus anderen entstanden sind. Die Gestalt der sog. Afterkrystalle hängt größtentheils von anderen gestalteten Materien ab, denen sie zur Hülle dienen, jedoch auch von der Einwirkung anderer Kräfte z. B. derjenigen fallender Tropfen, aufquellenden Pulvers u. m. dgl.

3) Die 2te Art des Starren bildet das Pulvrige, welches in

Vermengung mit mehr oder weniger Flüssigem das Breiige und Teigige und in Verbindung mit Flüssigem das aufgequollene Pulver, die Gallerte und den Schleim bildet. Erhärtet gewähren diese und ähnliche Mengungen und Verbindungen theils das Dichte, theils das Sintrige (und Geflossene) der Mineralogen. Die (zitternde) Gallerte kann betrachtet werden als ein unregelmäßig Krystallinisches, dessen aufgequollene Blättchen mit ihren Flächen mittelst Flüssigkeit überall zusammen hangen und daher keine Zugänge zulassen. Die Aussenform derselben ist mehr gerundet, dadurch die bei seinem Werden statthabende Einwirkung des Tropfbaren anzeigend, welches auch bei

4) der 3ten Art des Starren, dem Organischfesten, mehr oder weniger vorwaltend wirkt, und in Verbindung mit den organischen Bewegungen wachsender Organismen, die meist krummlinige (und dadurch von der unter meßbaren Winkeln erscheinenden Aussen- und Innengestalt der krystallinischen unorganischen Körper sich unterscheidende) Gestalt der organischen Leiber bedingt.

5) das Glas oder Glasige, ist ein Krystallinisches, dessen Blattoberflächen sich in allen Punkten berühren.

6) Die verschiedenen Grade des Zusammenhangs der Theile starrer Materien bezeichnet man durch die Ausdrücke: hart (d. i. dem Eindrucke widerstehend) halbhart, weich (d. i. Eindruck erleidend, der nach Wegnahme der druckenden Gewalt bleibt), sehr weich und federhart oder elastisch (d. h. Eindruck erleidend, der aber nach Entfernung des Druckenden wieder verschwindet, indem die vorige Gestalt desjenigen, welches den Druck erlitten hatte, durch in ihm vorhandenes Ausdehnungsvermögen, wieder hergestellt wird.)

7) Mehr oder weniger federhart sind alle Starren, indeß weichen sie in den Graden der Federhärte sehr von einander ab. Sie zeigen dabei entweder ausdehnende (expansible) Federhärte, der gemäß sie von selbst wieder den vorigen größern Raum einnehmen, wenn die zusammendrückende Gewalt entfernt worden, oder neben der ausdehnenden auch zusammenziehende (contractile), der zufolge sie wieder in den vorigen engeren Raum eingehen, wenn die auseinander ziehende Gewalt nachgelassen hat. Beispiele für den ersten Fall gewähren die meisten Steine, für den zweiten das elastische Harz (Federharz oder Kautschuk). Lange anhaltende Spannung oder Dehnung schwächt, und andauernder Zusammendruck mehrt die Federhärte der Starren.

8) Die Starren sind ferner entweder biegsam und „streckbar," oder spröde und „brüchig." Beim Biegsamen (und Zähen d. i. Weniger-Biegsamen) ist „gleichwie bei magnetisch aneinander

hängenden Eisenstücken." Verrückung der Theilchen nach vielen Richtungen möglich, unbeschadet des Zusammenhangs; beim Spröden (und Zerreiblichen) hingegen beharren die gegenziehenden Theilchen in einzelnen Richtungen in unverrückbarer Lage. Bei großer Kälte (die als solche alle Dehnung aufhebt) werden alle Biegsame spröde, und oft im so hohen Grade, daß sie sich pulvern lassen.

9) Die Grade der Festigkeit d. i. des Zusammenhangs oder Zusammenhalts, oder der Cohärenz der Materie, scheinen neueren Untersuchungen zufolge im zusammengesetzten Verhältniß der Dichtigkeit und des besonderen chemischen Wirkungswerthes zu stehen; nach Meinecke sollen die letzteren im geraden Verhältniße mit der Dichtigkeit und im umgekehrten mit der Cohärenz der Materie stehen; vergl. m. vergleichende Uebersicht des Systems der Chemie. Halle 1 Abth. 1819. 4. S. 27. — Man bestimmt den Zusammenhalt entweder durch anzuhängende, das Zerreißen des Starren bewirkende Gewichte, oder durch zerbrechenden Stoß von anzugebender Größe (oder auch durch das Maaß der Wärme welches erfordert wird, um ein gewisses Maaß von Ausdehnung hervorzubringen, wobei jedoch auf Dichtigkeit, chemischen Werth und Structur Rücksicht genommen werden muß). Nach des Grafen von Sickingen Versuchen zerriß ein 2 Fuß langer und 0,3 Linien Durchmesser habender

	Pfd.	Unzen	Quentch.	Grän (fränz. Gew.)
Gold-Drath durch	16	6	—	$43\frac{3}{7}$
Silber- — —	20	11	1	$43\frac{1}{7}$
Platin- — —	28	7	3	"
Kupfer- — —	35	7	—	64
Eisen- — —	60	12	—	8

Die Härte schätzt Hauy bei Gesteinen, nach dem Grade, mit welchem sie der (nicht nur mechanisch, sondern auch elektrisch-chemisch wirkenden) Abreibung widerstehen, und nicht nach der davon oft sehr abweichenden Gewalt des Stoßes. Demant wird geschliffen (abgerieben) mittelst seines eigenen Staubes, oder seiner eigenen Substanz, und von keinem Metalle abgerieben, zerspringt hingegen unter dem stählernen Hammer. Gegossene Metalle „springen," gestreckte „zerreißen."

10) Auf Haltbarkeit oder respective Festigkeit haben bei gleichen Körpern Einfluß: die Structur, die Aussengestalt und deren Umfang nach Länge, Breite und Dicke. Ein 4seitiges Prisma ist schwächer als ein Cylinder von gleicher Länge und von gleichem Durchmesser; ein Balken der nur 100 Pfd. trägt, kann, wenn er um die Hälfte verkürzt worden, 200 Pfd. tragen. Ist er noch einmal so breit als ein anderer, ihm sonst gleichender,

so trägt er noch einmal so viel als der andere, und ist er doppelt so dick, so trägt er viermal so viel. Ein gebogener Stab, ist dort, wo die Theile durch die Biegung am meisten gespannt sind, mittelst eines scharfen Messers unter Anwendung geringen Drucks leicht vollkommen senkrecht zu durchschneiden; erhitztes Metall ist besser zu durchsägen und erwärmtes Glas eher zu durchfeilen oder zu durchschneiden als kaltes.

11) Die verschiedenen Tropfbaren zeigen ebenfalls ein verschiedenes Maaß von Cohärenz, welches man durch Zähigkeit oder Zähflüssigkeit zu bezeichnen pflegt; so ist z. B. Eyweiß, Oel etc. zäher als Wasser; ich schätze diese Zähigkeit unter andern nach der Länge, bis zu welchem ich einen Tropfen in Frage stehender Flüssigkeit auszudehnen vermag, welche ich zwischen zwei verschiedenen festen Körperenden haften lasse und diese dann auseinander ziehe.

12) Wenn Dämpfe nur theilweise in Tropfen übergehen (z. B. der unsichtbare Wasserdampf, welcher vom siedenden Wasser aus einer engen Gefäßmündung heraus tritt und nun die umgebende kalte Luft berührt; der Hauch des Mundes zur Winterszeit etc.), so bilden die Tröpflein hohle Bläschen oder Sphäroiden, deren Inhalt unveränderter Wasserdampf ist, und die neben einander schwebend den sichtbaren Dunst darstellen. Enthalten dergleichen Bläschen Luft und ist ihre Hülle atmosphärisches Wasser, so nennen wir sie Nebel, und sind hingegen kleine theils starre, theils halberstarrte, theils tropfbare Theilchen von erhitzten Dämpfen dergestalt umflossen, daß diese von dem starren oder tropfbaren Kern gezogene kleine Atmosphäre den Kern leichter macht, als z. B. die umgebende Luft ist, so heißen wir ein Gemenge von dergleichen schwebenden meist undurchsichtigen Körperchen: Rauch. Den Dunsthüllen ähnlich sind die Seifenblasen, welche die ausgeathmete leichte Stickluft enthalten, während die mit ausgeathmete kohlensaure Luft vom Alkali der Seife angezogen und größtentheils im übrigen Seifenwasser zurückgeblieben ist. Ein kleiner Theil in Oel und kohlensaures Alkali zersetzte und veränderte Seife, bildet die das Licht farbig zerstreuende und getheilt zurückwerfende Hülle der aufsteigenden Seifenblase.

13) Treten mehrere Hohlbläschen, mit ihren zähen tropfbaren Hüllen aneinander, so bilden sich entweder durch gegenseitigen Druck regelmäßige sechsseitige Zellen (z. B. das Seifenwasser, welches aufgeblasen worden, ohne daß einzelne Blasen entschweben), oder Schaum, d. i. ein Gemenge von unregelmäßig aneinander gelagerten Bläschen und zwischenliegender, mittelst Anhaftungsziehung (die wir späterhin unter dem Namen Haarröhrchenziehung oder Capillarität werden kennen lernen) herauf bewegter tropfbarer Flüssigkeit; z. B. Eyweißschaum oder sog. Schnee) dem die Schaum-

bläschen z. B. des perlenden Branntweins sehr ähnlich sind. Dort wo mehr als zwei Hohlbläschen, mit sehr zähen Hüllen senkrecht übereinander gelagert in senkrechter Richtung von in der untersten Blase entwickelten, leichten aufsteigenden, Gasen an den gegenseitigen Berührungsflächen durchbrochen werden, bildet sich eine Röhre oder ein Gefäß, welches zur Faser zusammentritt, wenn der gasige Inhalt nach und nach entweicht, und die Innenwände sich in demselben Verhältniß gegenseitig nähern. — Unter ähnlichen Vorgängen von Zellen-Röhren- und Faserbildungen hebt die Bildung der Organismen an, und setzt sich ihr Wachsthum fort. In der Regel erfüllt Sauerstoffgas die Hülle der Zellenbläschen, während Wasserstoffgas die Röhren und Faserbildung vermittelt, und während die Hüllen bei den Pflanzenkeimen aus viel Kohlenstoff haltiger Flüssigkeit zu bestehen scheinen, dürften jene der Thierzeuglinge viel Stickstoff enthalten; vergl. m. Vergl. Uebers. d. Syst. d. Chem. S. 18—27. u. S. 65—101.

§. 24.

Was zu den letzterwähnten Entwickelungen organischer Körper, ausser dem den Keimen und Zeuglingen inwohnenden verschlossenen Lebensprincipe (§. 1. Anm. 1.) zunächst die Veranlaßung bietet, sind größtentheils die ausdehnende Wärme (§. 17. Anm. 4.), die Wasser zersetzenden Elektricitäten (§. 17. Anm. 2.) und zum Theil auch das Licht. — Die Physiker hegen sehr von einander abweichende Meinungen über die Natur dieser schlummerndes Leben zur Lebensäusserung bringenden, verlebendigenden, auf alle raumerfüllende Naturwesen einen mehr oder weniger beträchtlichen Einfluß übenden, und dieselben mannichfach verändernden Potenzen. Mehrere betrachten sie als Materien, deren Wurf-Ausdehnungs- oder vom Einzelnen bestimmte Zugbewegnng größer ist, als ihr Gesammtzug zur Erde, die daher wohl mit einzelnen Materien durch Mischungsgewalt gezogen und gebunden werden, aber weil diese Einzelziehungen auf sie mächtiger wirken, als der Gesammtzug der Erde, nicht fallen und für sich nicht schwer sind. Sie nennen sie daher Inponderabilien, und betrachten das Licht entweder als eine ausstralende höchst ausdehnsame Flüssigkeit (die meisten jener Physiker sind dieser Meinung zugethan), oder als aus höchst kleinen (kuglichen) harten Körperchen bestehend, die Wärme und die Elektricitäten hingegen nur als Flüssigkei-

ten von der ebenbeschriebenen Art, welche jedoch statt der stralenden Fortpflanzung auch an den Innen- und Aussenflächen der gestalteten Materien, so wie an den Oberflächen der Tropfbaren hingleiten, durch die ganze Substanz der Tropfbaren zu strömen, und die Substanz der Ausdehnsamen Flüssigkeiten sowohl zu durfließen, als auch zu durchstrahlen, die Leere hingegen nur zu durchstrahlen vermögen. Andere halten Licht und Wärme für Bewegungen entweder der gewöhnlichen raumerfüllenden Materien, oder eines hypothetisch angenommen Aethers. Verschiedene glauben hingegen die genannten Phänomene nur für besondere Entwickelungs- und Bewegungszustände der vorhandenen Raumerfüllenden halten zu müssen, und Einige stimmen diesen insofern bei, als sie entweder alle drei Potenzen, oder nur Licht und Wärme als bloße Kraftäusserungen der Materien betrachten.

§. 25.

Vergleicht man alle diese Meinungen und die dafür aufgebrachten Gründe, so geht daraus hervor, 1) daß die Elektricitäten höchst ausdehnsam flüssige Materien sind, welche in der kleinsten Menge ihrer Substanz das größte Mischungsvermögen besitzen und darum von einzelnen Mischbaren stärker angezogen werden, als von der Gesammtheit der Erde, mithin nicht fallen und für sich nicht schwer, aber ausgedehnt und theilbar sind, indem sie die Leere erfüllen, wenn sie dieselbe durchstralen; 2) daß die Grundkräfte in den Elektricitäten nicht lediglich (wie bei den gewichtigen Materien) gegeneinander (und daher — wie bei diesen — nur ununterbrochen sich gegenseitig bestimmend, als ziehende oder abstoßende Kraftverhältnisse über die eigene Raumerfüllung hinaus) sondern auch nur bis zum Beginnen aber nie bis zur Vollendung kommender Trennung begriffen) dergestalt zurück wirken, daß das + E unter Form der Lösekraft, das — E unter Form der Bindkraft sich thätig zeigt; 3) daß Wärme und Licht aus denselben, aber nur rückwirkenden (von jedem denkbarem Punkte ihrer selbst aus freithätigen) Grundkräften bestehen, welche in ungleichen Verhältnissen dergestalt

vereint sind, daß im Lichte ein Minimum von Bindkraft, mit einem Maximum von Löskraft gegeben, in der Wärme hingegen das Grundverhältniß des Lichtes dadurch abgeändert ist, daß sowohl die über die Grenze hinaus wirkende Anziehung, der gewichtigen Materien als auch die besonderen innerhalb deren Grenzen wirkenden, (für jede besondere Materie bestimmte Dichtigkeit und bestimmte Cohärenz bedingenden) innern Anziehungen gegebener Massen: die Beweglichkeit und die Bewegung jenes Verhältniß vereinter Grundkräfte vermindert und verlangsamt haben; wodurch für die Wärme die Möglichkeit entsteht, gegen die innerhalb bestimmter Ganzen statthabenden inne[illegible] ziehungen der Gewichtigen als relativ entgegengesetzte, die [illegible] ziehungswirkung (Dichtigkeit und Cohärenz) schwächende und [illegible] durch ausdehnende Macht wirksam zu erscheinen.

1) Licht und Wärme unterscheiden sich daher theils durch die verschiedene Geschwindigkeit mit welcher sie sich fortbewegen, theils dadurch, daß in der Wärme die Löskraft zur verminderten Wirksamkeit gelangt ist; daher kann Wärme, aus Licht, und Licht durch Wärme erzeugt werden, und vermögen beide die Elektricitäten zu erzeugen, weil in allen dreien dieselben Kräfte als Bedinger des Entstehens und Bestehens gegeben sind.

2) Licht und Wärme ähneln darin dem Geistigen (§. 1. Anm. 3.) daß ihre Substanz in steter Rückwirkung begriffen ist, unterscheiden sich aber unter andern dadurch von demselben, daß in ihnen, wie in aller Materie, zwei einander entgegengesetzte Wesen, sich gegenseitig bestimmen und dadurch vom ersten Grunde ihres Daseyns aus, dem Producte ihrer Vereinigung (den beweglichen Materien und den bewegten strahlenden Potenzen, dem Lichte und der Wärme) den Seynswerth (Charakter) der Nothwendigkeit ertheilen, während das Geistige als ein Ursprünglich-Einfaches, und darum nicht durch innere Bestimmung Nothwendiges, sondern als ein An-sich-Freies, sich bethätigt.

3) Licht und Wärme kann man hiernach betrachten als gewesene Materien, d. h. als solche, welche dasjenige Gegenwirkungsverhältniß, wodurch die gewichtigen Materien raumerfüllend sind, verloren haben; denn sowohl Licht, wie die Wärme wirken im Raume ohne ihn zu erfüllen, und begleiten mehrere (vielleicht — für unsere nicht hinreichend empfindlichen Erforschungsmittel unmerkbar — alle) von jenen Veränderungen der Leiblichen, durch welche dieselben

aus mehreren Ungleichartigen zu einer geringeren Zahl von Gleichartigen verbunden werden, und aus wenigeren Gleichartigen in eine größere Zahl von Ungleichartigen übergehen. — Läßt man diese Annahme gelten, so wird man versucht auch diejenige einer weiteren Prüfung zu unterwerfen, welcher zufolge die einzelnen Elektricitäten als werdende, aber nie zum Gewordenseyn gelangende (mögliche aber nicht wirkliche) gewichtige Materien angesehen werden. Es verschwinden nemlich + E und — E, wenn sie ungehindert auf einander wirken, oder gehen in OE über, und sind dann durchaus unwahrnehmbar; der obigen Ansicht gemäß, indem sich ihre Kräfte, durch welche sie als Einzelwesen frei wirkten, ins Gleichgewicht stel[illegible] Auf ähnliche Weise ist die gebundene Wärme der einzel[illegible]n Gewichtigen (§. 17. Anm. 3.) mit den innerhalb derselben wirkenden Anziehungsmächten im Gleichgewichte, und darum nicht fühlbar, und so tritt auch das Licht seinem größten Theile nach mit den innerlichen Ziehkräften der dunkelen (schwarzen) Materien mehr oder weniger ins Gleichgewicht, indem es theils als strahlende Potenz ganz verschwindet, theils in „Wärme" übergeht und diesen Theilen nach für das Auge unwahrnehmbar wird.

4) Mit den mechanischen Kräften (Wurfkraft, Stoßkraft, Druckkraft, Schnellkraft ꝛc.) und den Bewegungen gewichtiger Materien, welche dieselben hervorbringen (z. B. dem Schalle), haben Licht, Wärme, + E und — E die Mittheilbarkeit und die Beschränkung durch Widerstand gemein, unterscheiden sich jedoch von denselben vorzüglich durch folgende Verhalten: a) Licht wird im Auge an sich als Zustand der Helle oder der Leuchtung des Augennerven empfunden (wir empfinden sinnlich, indem in den Sinnesorganen mit Bewustseyn jene Veränderungen wiederholt werden, die ausserhalb derselben zu Stande kamen, und gemäß der Natur des einzelnen Sinnorgans, in dasselbe fortgepflanzt werden konnten); Wärme (in den Tastnerven als Gegner der in denselben und in ihren nächsten Umgebungen wirkenden Ziehkräfte) als Zustand der Hitze, und die einzelnen Elektricitäten, sofern sie den ganzen menschlichen Leib durchströmen, als Wohlbehagen, sofern sie in Menge einzelne Organe durchblitzen, als Erschütterungs- oder als stechender - Schmerz, in den einzelnen Sinnesorganen hingegen nur mittelbar, nemlich sofern sie dem „Auge" leuchten, durch Luftbewegung und Beförderung der Ausdünstung die Oberhaut fächeln (oder vielmehr das Gefühl vorüberziehender leichter Gewebe z. B. der Spinngewebe erregen und kühlen), durch Zersetzung der Nasenfeuchtigkeit und der Mundfeuchtigkeit auf Geruch und Geschmack wirken (wobei sie häufig in ihnen aufgelöste kleinste Mengen gewichtiger Materien mit zur che-

mischen Einwirkung bringen), und durch Erschütterung der Höhrnerven des inneren Ohrs, als Geräusch — oftmals bestimmten Tönen sich nähernd — vernommen werden; α) Mechanische Kräfte werden nie an sich, sondern nur mittelbar empfunden, denn es wird nur die durch sie bewegte Masse als solche, von unseren mehr oder weniger Widerstand leistenden Organen, also eigentlich das Maaß unseres eigenen, durch die Bewegung der Massen geweckten Widerstandes, mit Bewußtseyn wahrgenommen; b) Licht, Wärme und die einzelnen Elektricitäten pflanzen sich durch die Leere fort; β) Schall und ähnliche Bewegungen hingegen nur dort, wo gewichtige Materie ist.

§. 26.

Gemäß dieser Ansicht, nennen wir Licht und Wärme: Gemeinwesen, die Elektricitäten: Urstoffe, und die einzelnen gewichtigen Materien, sofern dieselben zur Zeit noch nicht chemisch zerfetzt sind (§. 9. Anm. 2. §. 17. Anm. 2.): Grundstoffe.

§. 27.

Die Grundstoffe sind auflösbar in den einzelnen Elektricitäten und durch dieselben zu einander geführt der wechselseitigen Durchdringung oder Mischung (§. 9. Anm. 2.) fähig. Die Mischung erfolgt daher nur, wenn Grundstoffe hinreichend beweglich (tropfbar oder gasig flüssig) sind, und in der Regel sind es die durch gegenseitige Berührung ungleichartiger gewichtiger Materien erzeugten einzelnen, einander entgegengesetzten Elektricitäten (§. 17. Anm. 2.) welche die Zueinander- und Ineinander-Führung der Grundstoffe vermitteln. Die Grundstoffe wirken daher, indem sie sich mischen, als einander elektrisch-entgegengesetzte (mit den entgegengesetzten Elektricitäten beladene) Materien; und nicht nur die aus denselben durch Einung erzeugten wenig zusammengesetzten Gemische, sondern auch die aus der weiteren Einung dieser Gemische entstandenen mehrfachen Verbindungen, mischen sich untereinander nur in soweit, als sie elektrisch-entgegengesetzt sind; oder, was hier dasselbe sagen will, als sie einen gegenseitig sich entsprechen-

den (oder sich gegenseitig zu ergänzen vermögenden) chemischen Gegensatz darstellen.

1) Auflösung „im weiteren Sinne" nennt man in der Chemie die mischende Aufnahme eines starren oder weniger flüssigen Leiblichen in ein Flüssiges oder Flüssigeres, so daß das daraus entsprungene Gemisch, der Fluidität des Flüssigeren sich mehr oder weniger nähert. Das Aufgenommene (bei Starren das Entstaltete) heißt die auflösliche Materie, das Aufnehmende (Gestaltlose) das Auflösungsmittel. Im „engeren Sinne" wird unter Auflösung diejenige Mischung verstanden, wo Auflösliches und Auflösendes ihre besonderen chemischen Eigenschaften zu Gunsten der Entstehung gemeinschaftlich neuer Eigenschaften, des durch die Auflösung gewordenen Gemisches verlieren, und Lösung hingegen jede flüssigbleibende Mischung genannt, wobei das Lösende (Flüssige oder Flüssigere) dem Anscheine nach den größeren Theil seiner vorigen Eigenschaften beibehält, und dem Gelösten (Löslichen) überträgt, ohne daß dadurch die Eigenschaften des Löslichen beträchtlich abgeändert würden. Das Lösungsmittel wird in diesem Falle mehr als Vertheiler oder Verdünner (als Vehikel) betrachtet, wiewohl der Lösungs-Prozeß (Lösungs-Vorgang) nach denselben chemischen Gegen- und Einwirkungsgesetzen zu Stande kommt, wie der Auflösungsprozeß. Bei der Auflösung wird häufig (jedoch nicht immer) das Aufgelöste während der Mischung nicht nur mit dem Auflösungsmittel (z. B. bei in Säuren aufzulösenden Metallen, dieselben mit dem Sauerstoffe), sondern zuvor noch, Kraft der Gegenerregung des Auflösenden, mit fremden Stoffen verbunden, während bei der Lösung das Lösliche stets unverbunden in die Substanz des Lösungsmittels eingeht. Auch lassen sich Lösungsgemische gewöhnlich durch Temperaturveränderung, entweder mittelst Krystallisation oder durch Verdunstung zersetzen, während Auflösungsgemische entweder nur ausnahmsweise oder doch nur bei sehr vermehrter Hitze in ihre Bestandtheile (§. 9. Anm. 2.) zerfallen. Beispiele der Auflösung gewähren die Mischung von Eisenfeil und (mit Wasser) verdünnter Schwefelsäure, wobei ein Theil des Wassers dergestalt zersetzt wird, daß sein Wasserstoff als brennbare Luft in Bläschen entweicht, während sein Sauerstoff sich mit dem Eisen zu Eisenoxydul verbindet, welches nun von der annoch wäßrigen Schwefelsäure zu flüssigem schwefelsaurem Eisenoxydul (sog. Eisenvitriol oder Kupferwasser) aufgelöst wird. Durch Verdunstung des übriggebliebenen annoch als Lösungsmittel gegenwärtigen Wassers, schießt der festes Wasser enthaltende Eisenvitriol in meergrünen, spitzen Rhomboedern (von 1,8399 Eigengewicht) an, die durch weitere Erhitzung das Krystallwasser entwei-

hen lassen, dadurch zerfallen und nun ein weisses Pulver darstellen. Sowohl dieses Pulver, wie auch die flüssige Lösung besitzet nicht den rein sauren Geschmack der verdünnten Schwefelsäure, sondern einen zusammenziehenden Tintengeschmack. Wird das weiße Pulver unter Zulassung der atmosphärischen Luft noch ferner erhitzt, so saugt es noch mehr Sauerstoff und zwar aus der Luft ein, nimmt eine gelbe Farbe an, und stellt nun das gelbe schwefelsaure Eisenoxyd dar. Je mehr Sauerstoff aber das Eisen in seiner Verbindung mit Schwefelsäure (so wie überhaupt die meisten Metalle mit den meisten Säuren) besitzt, um so mehr ist die Anziehung zu derselben geschwächt, und um so eher kann die Verbindung durch Erhitzung getrennt und das Flüchtigere vom Feuerbeständigeren (Fixeren) geschieden werden. Erglüht man daher das gelbe schwefelsaure Eisenoxyd, so entwickelt sich (neben wenigem Sauerstoffgase und schweflichtsaurem Gase, welche durch theilweise Zersetzung der aus Sauerstoff und Schwefel bestehenden Schwefelsäure: in unvollkommene — d. i. weniger Sauerstoff enthaltende — oder sog. schweflichte Säure und Sauerstoff frei gemacht werden) dampfförmige, in kühlen Auffangegefäßen zu zäher (an den Gefäßenden in ölig oder fettig scheinenden Striemen herabgleitender) tropfbarer Flüssigkeit sich verdichtende, concentrirte Schwefelsäure, welche im Großen also bereitet, im Handel unter dem Namen des sächsischen oder Nordhäuser (rauchenden) Vitriolöls bekannt, und als ein Gemisch von wasserfreier, durch Anziehung des Wassers der Luft weißgraue, erstickende Dämpfe bildender, wasserhaltige Säure bräunender und unverdampfbares, innig gebundenes Wasser enthaltender, tropfbarer (vollkommener) Schwefelsäure zu betrachten ist. — Ausserdem bereitet man dieselbe Säure noch mehr Wasser enthaltend und daher farblos und nicht rauchend — auch durch Verbrennung des Schwefels, wobei der Schwefel nur insofern brennt, als er hinreichend erhitzt ihn auflösenden Sauerstoff vorfindet. Was nach der Ausglühung des gelben schwefelsauren Eisenoxyds zurückbleibt, ist noch etwas Schwefelsäure haltiges, durch Auswaschen davon trennbares braunrothes vollkommenes Eisenoxyd (im Handel bekannt unter dem Namen Kolkothar oder Braunroth). — — Ein ferneres Beispiel der Auflösung giebt diejenige des frischgebrannten, darauf mit Wasser zu Pulver gelöschten Kalkes, der gleich nach beendeter Abkühlung in (etwa 1/4 Quentchen gelöschten Kalk in 1 Loth hinreichend) verdünnte Salpetersäure getragen wird. Der gelöschte Kalk ist das mit der zur Auflösung in Säuren nöthigen Menge Sauerstoff, und ausserdem noch mit festem Wasser bereits verbundene Kalkmetall (Calcium); die Auflösung erfolgt daher ohne Wasserzersetzung, schmeckt

bitterscharf, und weder sauer, wie die verdünnte Salpetersäure, noch laugenhaft scharf wie das Kalkwasser (d. i. die Lösung des gelöschten Kalks in Wasser §. 17. Anm. 2.) und stellt künstlich (d. i. durch willkührliche absichtliche Handlungen hervorgegangen) dieselbe salzige Verbindung dar, welche unter andern zum Nachtheile der Gebäude als Mauersalpeter (Salpeterfraß) aus dem Kalk der Mauern und aus der, größtentheils mit Hülfe der atmosphärischen Luft erzeugt werdenden Salpetersäure sich natürlich (d. i. im Laufe der vom Willen wollender Wesen unabhängig hervorgehend) zu bilden pflegt. — — Als Beispiele der Lösung endlich, können ausser den erwähnten dienen: das sogenannte Schmelzen des Zuckers im Wasser und in verschiedenen meist wasserhaltigen Getränken und das Salzen flüssiger Speisen mit Kochsalz.

2) Salze nennt man in der Chemie die chemischen (d. i. durch Mischung entstandenen) Verbindungen durch Sauerstoff verbrannter (d. i. mit Sauerstoff vereinter) Metalle mit Säuren, zu eigenthümlichen Mischungsganzen.

3) Die Verbindungen, welche die Grundstoffe untereinander eingehen, sind entweder zweyfach z. B. das Wasser (aus Sauerstoff und Wasserstoff) die Kohlensäure (§. 23. Anm. 12. aus Sauerstoff und Kohlenstoff), die Schwefelsäure und die schweflichte Säure, die Salpetersäure (aus nahe am 27 Gewichtstheilen Stickstoff und etwas über 73 Sauerstoff), die reine atmosphärische Luft (ausser etwas Kohlensäure und etwas Wasser, aus 78 bis 79 Raumtheilen Stikgas und 21 bis 22 R.Th. Sauerstoffgas), das Eisenoxyd (aus Eisen und Sauerstoff) das Eisenoxydul (weniger Sauerstoff, wie im Vorigen), der gebrannte ungelöschte Kalk (aus Calcium und Sauerstoff) rc. oder mehrfach, wohin die aus mindestens zwey, öfters aber auch aus drey, seltener aus vier zweyfachen Gemischen gebildeten Salze, wie auch die Verbindungen verschiedener verbrennlicher Grundstoffe unter sich und mit anderen brennbaren und verbrannten Grundstoffen gehören, welche letztere jedoch immer so geordnet bestehen, daß die Mischungstheile (d. h. die näheren Bestandtheile des Gemisches: §. 9. Anm. 1.) derselben nur einen den Salzbestandtheilen analogen Gegensatz bilden; oder — was dasselbe sagt — nur eines Theils aus auflöslichen und andern Theils aus auflösenden Chemischwirksamen bestehen, von denen jeder Theil in seiner Gesammheit nur mit dem Werthe eines Stoffes wirkt.

4) Ausser den zweyfachen und mehrfachen Verbindungen bilden die Grundstoffe auch vielfache, mindestens aus drei Stoffen gewordene Einungen; aber nicht, indem sie nur ihrer Natur gemäß d. h. nur abhängig gegenwirken, sondern indem sie innerhalb der

Raumbegrenzungen lebender Wesen zu Bildungstheilen „selbstthätiger" Leiber erhoben werden. Zu den zwey einander Entgegengesetzten in der Verbindung, findet sich hier noch ein drittes Vermittelndes; und diese drei zu Eins verbunden, nehmen häufig noch ein Viertes, Fünftes ꝛc. in sich auf, und das Vermittelnde selber ist in der Regel ein schon Zusammengesetztes, nemlich das allen lebenden Leibern inwohnende Wasser, mit dessen Austreibung die Ertödtung der Substanz beginnt. Die Leichname oder statt derselben die einzelnen den Organismen entnommenen Bildungstheile (oder Einzelgebilde, sonst auch nähere Bestandtheile der organischen Körper genannt; §. 9. Anm. 1.) liefern daher chemisch zersetzt nie zwey, sondern mindestens drei entfernte Bestandtheile: den Kohlenstoff, (Hauptbestandtheil der Kohle) oder statt dessen (oder auch mit demselben) den Stickstoff, den Wasserstoff und den Sauerstoff, nebst Spuren einzelner Metalle, so wie des Schwefels, Phosphors und einiger dem Sauerstoffe ähnelnder Stoffe.

h) Alle chemischen Vorgänge (Prozesse) führen entweder zu Mischungen (und so fern diese absichtlich zu Stande gebracht werden, nennt man die dazu nöthige Handhabung sammt den dabei vorkommenden Erscheinungen: Mischungs-Verrichtungen oder chemische Operationen der Mischung, und die in Ausübung gebrachten Regeln, dergleichen Operationen einzuleiten und durchzuführen, zusammengenommen: Mischungskunst); oder zu Zersetzungen (die absichtlich veranlaßt und ausgeführt, mit Einschluß der dabei bemerkbaren Erscheinungen: Scheidungs-Verrichtungen oder chemische Operationen der Scheidung genannt werden, deren zu einem Lehr- und Ausübungs-Ganzen verbundene Regeln die Scheidekunst heißt); d. h. entweder zu Einungen ungleichartiger Materien, oder zu Trennungen gleichartiger. Ist in einem Gemische ein Ungleichartiges (oder sind darin mehrere, die mit dem Gesammtwerthe eines Stoffes wirken) mit der größten möglichen Menge des andern (oder der anderen, welche zusammen einen Stoffwerth vertreten) entgegengesetzten Ungleichartigen verbunden, so heißt das Gemisch gesättigt, und ist ein zersetzbares Gleichartiges in seine es zuvor zusammensetzenden Ungleichartigen so geschieden worden, daß jedes der Ausgeschiedenen vollkommen von dem andern getrennt erscheint, so ist das gewesene Gleichartige (das ehemalige Gemisch) vollkommen zersetzt oder vollständig zerlegt; bleibt hingegen eines oder das andere der Ausgeschiedenen noch mit kleineren Antheilen des zuvor mit ihm in größerer Menge vereint gewesenen Ungleichartigen verbunden, so ist die Scheidung unvollkommen.

6) Bei jedem gesättigten oder ungesättigten Gemische sind die Ungleichartigen (die Mischtheile oder Bestandtheile) mit einander ausgeglichen, und in diesem Sinne hält Berthollet jedes der bezeichneten Gemische für gesättigt; indeß läßt der Sprachgebrauch des Wortes: satt nur die obige Anwendung des Wortes Sättigung zu.

7) Halten die Ungleichartigen eines Gemisches einander vollkommen das chemische Gleichgewicht, d. h. sind Beschaffenheit und Eigenschaften des Chemisch-Zusammengesetzten in Beziehung auf jene seiner Bestandtheile vollkommen keinerlei (neutral), so daß weder der Wirkungswerth des einen noch des andern (oder auch des dritten ꝛc., wie bei verschiedenen Bildungstheilen) vorwaltet, so nennt man den chemischen Zustand solcher Verbindung die Keinerleiheit oder Neutralität, und die Verbindungen selber: neutral.

8) Beispiele der Mischungen gewähren die oben Anm. 1. angeführten Fälle der Auflösung und Lösung. Eine neutrale Mischung bietet unter andern das Wasser dar, indem dieses, so lange es unzersetzt bleibt, weder ausschließliche Eigenschaften des Sauerstoffs noch des Wasserstoffs zeigt; das Beispiel eines Neutralsalzes gewährt das Kochsalz, dessen nähere Bestandtheile: die Salzsäure und das Natron (Thierlauge) in ihm dergestalt das Gleichgewicht halten, daß an demselben weder die Eigenschaften einer Säure, noch die einer Lauge wahrgenommen werden. In nicht neutralen Gemischen herrscht hingegen der eine oder der andere der chemischen Gegner vor, welches man in solchem Falle bei der Benennung des Gemisches mit ausdrückt; z. B. saures schwefelsaures Natron, d. i. schwefelsaures Natron (Glaubersalz) mit mehr Schwefelsäure versehen als das Gleichgewicht heischte, oder Natron mit Schwefelsäure nicht neutralisirt, sondern gesättigt; ferner saures weinsaures Kali (Weinstein) welches mit Kali (Pflanzenlauge) neutralisirt das (zerfließliche) nicht saure weinsaure Kali (tartarisirter Weinstein) giebt. Nimmt man jedes Gemisch für eine Auflösung (weil, um gemischt zu werden, wenigstens der eine der Mischtheile flüssig seyn muß), so kann man den aufgelösten Theil als den Binder des Auflösenden betrachten, und ihn in diesem Sinne die Grundlage (Basis) des Gemisches nennen; dies giebt für Gemische, in welchen die Grundlage vorwaltet, die Benennung basische Verbindung z. B. basisches Salz. So ist z. E. die gereinigte Pottasche (gereinigtes Laugensalz der Pflanzenasche) basisches kohlensaures Kali. — Chemisch rein ist nicht entgegen dem schmutzigen, sondern dem wider die Absicht des Chemikers mit andern als den geforderten Materien Vermischten, und ist daher gleichbedeutend mit dem Worte: unvermischt. Schmutz

kann sowohl durch Beimischung, wie auch durch Belmengung (Nebeneinanderlagerung ohne Durchdringung) fremdartiger Materien erzeugt werden.

9) Als Beispiele einer vollkommenen Zersetzung dient die des Wassers; §. 17. Anm. 2. Wird roher d. i. kohlensaurer Kalk geglüht (gebranndt), so wird die Kohlensäure nur zum Theil ausgeschieden und als Gas verflüchtigt; denn der rückständige gebranndte Kalk enthält noch einen kleinen Antheil davon, welcher nur entweicht, wenn man den Kalk mit Wasser löscht und den gelöschten Wasserhaltigen, pulverigen Aetzkalk (Kalkhydrat) nachmals ausglüht. Der gewöhnliche, nur einmal gebranndte Kalk, ist daher zu betrachten, als ein unvollkommen zersetzter (basischer) kohlensaurer Kalk. — Versetzt man in siedend heißem Wasser gelösten Weinstein solange mit gepulverter Kreide (d. i. kohlensaurer Kalk) als noch ein Aufbrausen erfolgt, so bildet die überschüssige Weinsäure des Weinsteins mit dem Kalk der Kreide im Wasser fast unlöslichen, und darum (als pulveriger Niederschlag) sich ausscheidenden und bei hinreichender Ruhe sich am Boden des Gefäßes ablagernden weinsauren Kalk, während in der überstehenden Flüssigkeit weinsaures Kali zurückbleibt und Kohlensäure als aufbrausendes Gas entweicht. Die Kreide ist hier vollständig, der „Weinstein" hingegen nur „unvollkommen" zerlegt worden.

10) Aehnlich dem, wie Kalk und Weinsäure ihre Anwesenheit (durch Bildung des Niederschlags) auf eine auffallende Weise dem Auge des untersuchenden Chemikers verriethen, so giebt es für jeden der Grundstoffe, und für die ihrer Mischungsganzen (oder selbstständigen Verbindungen) sowohl einzelne in die Augen fallende Beschaffenheiten, als auch (entweder neue Mischungen veranlassende oder gegebene Gemische abändernde) auffallende Verbindungs- und Scheidungs-Erscheinungen, die dem Chemiker die Natur derjenigen Stoffe und Verbindungen verrathen, welche er, um sie kennen zu lernen, der Untersuchung unterwirft. Stoffe oder Gemische, deren Zusatz dergleichen auffallende, die besondere Natur der chemisch zu untersuchenden Leiblichen verrathende Veränderungen bewirken, nennt man vorzugsweise Gegenwirkende Mittel oder Reagentien, und bedient sich derselben hauptsächlich bei denen, der beabsichtigten wirklichen chemischen Zersetzung gegebener Leiblicher vorangehenden vorläufigen Prüfungen; vergl. m. Einleit. in d. n. Chem. S. 338 bis 355. Als Beispiele der schnellbewirkten auffallenden Veränderungen, welche Reagentien hervorbringen, dienen folgende: Man tauche eine Kupfermünze in eine verdünnte wässrige Lösung des salpetersauren Merkuroxyduls;

binnen Kurzem wird sie weiß erscheinen, und getrocknet und mit Baumwolle leicht gerieben; die Anwesenheit des in der Flüssigkeit vorhandenen, nun zum Theil auf der Kupferoberfläche metallisch gefällten Merkur's (Quecksilber) verrathen. War vor der Fällung nur wenig (z. B. 5 Gran) salpetersaures Merkuroxydul in der Lösung enthalten, so wird die Salpetersäure statt des verlohrnen Merkurgehalt's jetzt auch nur wenig Kupferoxydul aufgelöst enthalten, so daß die Flüssigkeit nicht merklich grün oder blau erscheint, was außerdem bei in größeren Mengen zugegen seyendem Kupfer der Fall ist; nichts destoweniger wird dieser geringe Kupfergehalt auf mannichfaltige Weise nachgewiesen werden können. Z. B. indem man eine Messerklinge (oder besser ein Zinkstängelchen) hineintaucht, da sich dann nach und nach das aufgelöste Kupfer am Eisen metallisch, also kupferfarben niederschlägt, während sich dagegen wiederum etwas Eisen auflöst; welches ein in die zuletzt übriggebliebene Flüssigkeit einige Zeit hindurch liegender Gallapfel, dadurch anzeigt, daß anfänglich purpurne, dann blauschwarze, wolkige Trübungen um ihn herum entstehen, die mehr und mehr zunehmend, endlich eine tintenschwarze Flüssigkeit bilden. Schüttelt man ein Loth Kalkwasser in einer sog. leeren, d. h. atmosphärischen Luft (besonders solche, worin viele Menschen geathmet haben) haltigen Flasche, so wird es sich trüben, oder läßt man es ruhig darin stehen, so wird es sich mit einem weißen Häutchen (sogen. Kalkrahm) überziehen, und dadurch die Kohlensäure der Luft anzeigen; denn das Häutchen, wie das trübende Pulver sind kohlensaurer, als solcher im Wasser höchst schwerlöslicher und darum sich ausscheidender Kalk. So verräth die Röthung des blauen Lakmuspapiers, oder die rosenfarbne Röthung des gelblichen, mit dem Farbestoffen der Rosenblumenblätter gefärbten Papier's die Gegenwart freier, sauer schmeckender Säuren; und umgekehrt die Bläuung des zuvor durch sehr verdünnte gerötheten Lakmuspapiers, so wie die Grünung des durch Säuren rosenrothen oder ohne Säuren gelblichweißen Rosenpapiers die Anwesenheit freier Laugen (Alkalien); und so zeigt das Braun-Anlauffen des Silbers, oder das theils bläuliche, theils bräunliche Anlauffen des Messings in der Luft (vorzüglich in der nach faulen Eyern riechenden), die Gegenwart des Schwefelwasserstoffs an; denn das Angelaufene ist (unter Abscheidung des Wasserstoffs) erzeugtes Schwefelsilber und Schwefelkupfer (das Messing besteht aus Kupfer und Zink); ꝛc.

§. 28.

Die Mischung eines Grundstoffes mit dem andern, oder ei-

nes Gemisches mit dem anderen, erfolgt nicht in allen denkbaren Mengenverhältnissen, sondern nur in bestimmten Proportionen. Das Bestimmende dieser in Maaßen oder Gewichten auszudrückenden Mengen-Verhältniße ist bei den Grundstoffen gegeben, in der unwandelbaren endlichen Anziehungsgröße, mit der jeder einzelne Grundstoff gegen den anderen mischend wirkt. Je zwey Grundstoffe vermögen sich hiebei in Beziehung auf sättigende Mischbarkeit mit einem dritten, entgegengesetzten Grundstoff gegenseitig, ihrer eigenthümlichen Anziehungsgröße gemäß, zu vertreten, und unter allen Grundstoffen sind der Sauerstoff und der Wasserstoff vorzüglich dazu geeignet, durch Vergleichung ihrer gegenseitigen Mischungsgrößen mit jenen der übrigen, mit dem einen oder den anderen von ihnen mischbaren Grundstoffen, die Anziehungsgrößen der letzteren in bestimmten Zahlen auszudrücken. Diese Zahlen nennt man die stöchiometrischen (oder chemischen) Werthe (oder Zahlen), oder die chemischen Aequivalente der Grundstoffe, und insofern sie sich auf das Gewicht beziehen, mit welchem der einzelne Grundstoff (bei durchgängig gleichen Einflüssen der Umgebung; z. B. der Temperatur ꝛc.) mit dem andern oder dritten ꝛc. bestimmte Mischungsganze (oder selbstständige Gemische) darstellt: das Mischungsgewicht, oder in Beziehung auf Maaßtheile: Mischungsmaaß des Gemisches.

1) Folgende Uebersicht liefert die Namen der Grundstoffe, mit Beifügung ihrer chemischen Zahlenwerthe und der neueren, von Berzelius gewählten chemikalischen Zeichen. Letztere dienen, zur Erspahrung der Namen, in Fällen, wo man durch Beifügung von Zahlen und mathematischen Formeln die einzelnen Aequivalente, sammt den daraus entspringenden Mischungsgewichten oder Mischungsmaaßen, übersichtlich dem Auge des Lesers kurz vorführen will. Die Auffindung der stöchiometrischen Werthe verdankt man der genauen chemischen Zersetzung derjenigen Gemische der Grundstoffe, in welchen der eine der Mischungstheile mit dem andern gesättigt ist. So ist z. B. im Wasser der Wasserstoff mit dem Sauerstoffe, oder der Sauerstoff mit dem Wasserstoffe gesättigt, denn man kennt zur Zeit noch keine gegenseitige Verbindung beider Stoffe, in welcher mehr Sauerstoff oder weniger Wasserstoff zugegen wäre, als von beiden im Wasser enthalten ist. Es bilden nemlich 11 Gewichtstheile Wasserstoff und 88 Gewichtstheile

Sauerstoff 100 Theile Wasser; mithin stehen Wasserstoff und Sauerstoff im Wasser im Verhältniß wie 1 zu 8, oder das Wasser enthält das 8fache des Wasserstoffs an Sauerstoff, und dieses letztere durch 1000 als mit dem Mischungswerth der übrigen Grundstoffe zu vergleichenden chem. Zahlenwerth ausgedrückt, kommt für den Wasserstoff die Zahl 0,125. Die Zahlen der übrigen Grundstoffe erhält man nun, indem man die Frage beantwortet: wieviel des (hinsichtlich seines stöchiometrischen Werths zu bestimmenden) Grundstoffes ist erforderlich, um z. B. den zur Einheit angenommenen Sauerstoff so zu sättigen (sein chemisches Ziehstreben so zu erschöpfen oder zu ergänzen), wie derselbe im Wasser durch den Wasserstoff gesättigt ist? Oder, wieviel von dem fraglichen Grundstoffe wird erfordert, um den (statt des Sauerstoffs) zur Einheit angenommenen Wasserstoff hinsichtlich seines chemischen Ziehwerths so zu erschöpfen, wie er es im Wasser durch den Sauerstoff ist? Es ist gleichgültig, welchen der Grundstoffe man zur zuvergleichenden Einheit wählt; wir ziehen mit mehreren Chemikern den Sauerstoff vor, weil er mit allen übrigen Grundstoffen mischbar ist, und weil er über ²/₃ der ganzen, von uns untersuchbaren Erdmasse ausmacht.

Namen des Grundstoffs.	Zeichen desselben.	Chemischer Zahlenwerth oder stöchiometrische Zahl.
1) Sauerstoff (Oxygenium)	O	1,000
2) Wasserstoff (Hydrogenium)	H	0,125
3) Kohlenstoff (Carbonium)	C	0,750
4) Stickstoff (Azotum)	A	1,750
5) Schwefel (Sulphur)	S	2,000
6) Phosphor (Phosphorus)	P	4,000
7) Selenium (Selenium)	Se	4,959
8) Chlor (Chlorinium) (Hologenium)	Ch	4,426
9) Jode (Jodinium)	J	15,500
10) Hesphor (? Fluorinium)	F	2,250
11) Boron (Borium)	B	0,348
12) Kalium (Kalium)	K	4,500
13) Sodium (Natronium)	N	5,793
14) Lithium (Lithium)	L	1,278
15) Calcium (Calcium)	Ca	2,551

Namen des Grundstoffs.	Zeichen desselben.	Chemischer Zahlenwerth oder stöchiometrische Zahl.
16) Baryum (Baryum)	Ba	8,672
17) Strontium (Strontium)	Sr	5,522
18) Magnium (Magnesium)	Ms	1,564
19) Silicium (Silicium)	Si	0,9872
20) Aluminium (Aluminium)	Al	1,1401
21) Zirkonium (Zirkonium)	Zr	4,363
22) Thorinium (Thorinium)	T	(?)
23) Beryllium (Beryllium)	Be	2,244
24) Yttrium (Yttrium)	Y	4,395
25) Tantal (Tantalium)	Ta	18,230
26) Demetrium (Cererium)	Ce	11,487
37) Chrom (Chromium)	Cr	2,333
28) Titan (Titanium)	Ti	9,000
29) Uran (Uranium)	U	31,387
30) Scheel (Wolframium)	W	12,121
31) Molybdän (Molybdaenum)	Mo	5,985
32) Mangan (Manganum)	Mn	7,116
33) Tellur (Tellurium)	Te	4,065
34) Arsenik (Arsenicum)	As	9,402
35) Stibium (Stibium) (s. Antimonium)	Sb	16,129
36) Wismuth (Bismuthum)	Bi	8,904
37) Kobalt Cobaltum)	Co	7,326
38) Nickel (Niccolum)	Ni	7,338
39) Eisen (Ferrum)	Fe	6,779
40) Kadmium (Kadmium)	Ka	6,967
41) Zink (Zincum)	Zn	4,065
42) Zinn (Stannum)	Sn	14,705
43) Bley (Plumbum)	Pb	25,890
44) Kupfer (Cuprum)	Cu	8,000
45) Merkur (Mercurium) od. Quecksilber (s. Hydrargyrum)	Hg	25,062
46) Silber (Argentum)	Ag	13,516
47) Palladium (Palladium)	Pl	7,037
48) Rhodium (Rhodium)	R	15,015
49) Osmium (Osmium)	Os	(?)

Namen des Grundstoffs.	Zeichen desselben.	Chemischer Zahlenwerth oder stöchiometrische Zahl.
50) Iridium (Iridium)	Jr	6,034
51) Platin (Platinum)	Pt	12,067
52) Gold (Aurum)	Au	25,000

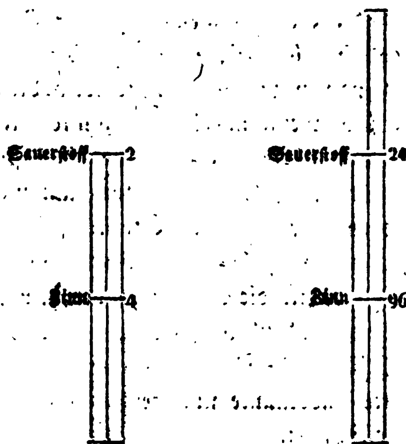
Ueber älteste und ältere chem. Zeichen und deren Bedeutung. Vergl. m. Einleit. in d. n. Chem. S. 7–9.

2) Theils auf eigene, theils auf die durch Berzelius u. m. A. vollzogenen chemischen Zersetzungen (Analyse) gesättigter Gemische gründend, entwarf Wollaston eine die chemischen Zahlenwerthe enthaltende stöchiometrische Tafel, welche er die synoptische Skale der chemischen Aequivalente nannte, darin von Dalton abweichend, der eine ähnliche entworfen hatte, in welcher der chemische Zahlenwerth des „Wasserstoffs" als zu vergleichende Einheit angenommen war, daß W. den Sauerstoff als Einheit setzte. W. ordnete hiebei die Stoffe auf einer verschiebbaren Skale dergestallt nebeneinander, daß, zur Ersparung der Proportionsrechnungen, durch bloße senkrechte Verschiebung der Skalenhälften die Mischungsverhältniße von je zwey mischbaren Stoffen angegeben werden. Diese Einrichtung ist dieselbe, wie sie die sog. logrithmischen Rechenstäbe zeigen, und gründet sich ebenfalls auf die Natur der Logarithmen: Z. B. die briggischen Logarithmentafeln geben für die natürlichen Zahlen, wenn man nur die ersten Decimalstellen nimmt, folgende Werthe:

Zahlen.	Logarithmen.
1	0
2	301
3	477
4	602
5	698
6	778
7	845
8	903
9	954
10	1000

Trägt man diese Werthe nach einem verjüngten Maaßstabe auf eine Linie, so daß die den Logarithmen entsprechenden Abstände sämmtlich

von einem Punkte ausgehen, und bezeichnet man diese Abstände mit 1, 2, 3... so hat man eine logarithmische Skale, in der diejenigen Zahlen gleichweit von einander abstehen, welche einerlei Verhältniß zu einander haben, nemlich 0 und 301, 301 und 602, 602 und 903 stehen gleichweit von einander ab, weil 1 : 2 = 2 : 4 = 8 ist. Um nun dieses auf die Aequivalentenskale der Grundstoffe und ihrer Gemische anzuwenden, sucht man die Logarithmen der bekannten (oben Anm. 1. dieses §. angegebenen) Verhältnißzahlen ihrer chemischen Werthe, trägt diese nach demselben Maaßstabe parallel neben der zur zu vergleichenden Einheit angenommenen Zahl auf eine Linie, bezeichnet diese Abstände mit den Namen der Materien, deren Verhältnißzahlen ihnen entsprechen, und macht die erstere dieser Skalen neben der anderen (als unbeweglich zu betrachtenden) in senkrechter Richtung verschiebbar. (Da hiebei gleiche Abstände gleichen Verhältnissen beider Skalen entsprechen, so können die senkrechten Abstände je zweyer Werthe auf der unbeweglichen Skale als Glieder des einen Verhältnisses und die nemlichen Abstände auf der beweglichen Skale als Glieder des anderen Verhältnisses betrachtet werden, woraus die Möglichkeit hervorgeht, alle Exempel der Regel de Tri zugleich durch bloßes Verschieben der beweglichen Skale aufzulösen.) Es sey z. E. der Sauerstoff mit dem Zinn im Verhältniß von 1 : 4 verbindbar, so zeichne man beide Stoffe auf der unbeweglichen Skale in dem Abstande von einander, der diesem Verhältnisse entspricht. Da nun auf der beweglichen Skale die Zahlen 24 und 96 eben soweit von einander entfernt sind, als 1 und 4, so muß auch, wenn die bewegliche Skale so verschoben worden ist, daß sich 24 zur Seite des Sauerstoffs befindet, die Zahl 96 neben Zinn zu stehen kommen.



Vergl. C. G. Bischoffs Lehrb. d. Stöchiometrie 2c. Erlangen 1819. 8. S. 236—238. Schweiggers Journ. XII. 100 f. u. 357. XIV. 115. f. m. Einleitung in d. n. Chemie. 4 Abschn. u. 1 Anhang.

3) Als Beispiel des Gebrauchs der oben bemerkten neueren chemisch. Zeichen der Grundstoffe setzen wir folgende her: Atmosphärische Luft A 2 O d. h. 2 chemische Zahlenwerthe des Stickstoffs sind mit 1 Werth des Sauerstoffs (oder 2 chem. Gewichtstheile Stikstoff mit 1 chem. Gewichtstheil Sauerstoff) zu dem chemischen Zahlenwerthe von 4,500 verbunden; denn 2 × 1,750 = 3,500 + 1,000 = 4,500; ferner für Wasser — HO d. h. 1 chem. Antheil Wasserstoff = 0,125 ist mit 1 Anth. Sauerstoff = 1,000 zu 1,125 verbunden. 4,500 ist also die stöchiometrische Zahl der atmosphärischen Luft, so wie 1,125 die des Wassers.

§. 29.

Ueberall wo ein Gemisch mit einem Grundstoffe, oder wo Gemische mit Gemischen sich einen, wirkt jegliches Gemisch entsprechend seiner stöchiometrischen Zahl mit dem chemischen Werthe eines Stoffes; und es sind daher sämmtliche einzelne Gemische, sofern sie untereinander neue Mischungen eingehen, zu betrachten als einzelne, hinsichtlich ihres Wirkungsmaaßes bis zu einem bestimmten Grade abgeänderte Stoffe.

§. 30.

Verhalten sich die Gewichtsmengen zweyer Stoffe z. B. 2 A und 2 B, welche eine bestimmte Menge eines dritten Stoffes 2 C sättigen, zu einander wie a : b, so wird dieses Verhältniß a : b dasselbe bleiben, wenn sie eine bestimmte Menge eines anderen Stoffes D, und überhaupt wenn sie die bestimmte Menge je eines anderen Stoffes sättigen. Kennt man mithin die Sättigungsverhältniße eines auflösenden Stoffes mit allen bindenden (s. oben §. 27.), und umgekehrt die eines bindenden mit allen auflösenden, so sind damit die Sättigungsverhältniße aller Auflösenden mit allen Bindenden gegeben. Man kann daher aus zwey bekannten Mischungs- oder Sättigungsverhältnissen auf jedes mögliche dritte unbekannte schließen, und letzteres nach der sog. Kettenregel bestimmen.

1) Betrachten wir nemlich die miteinander zu mischenden Stoffe, als Glieder der Kette und setzen mithin z. B.

$$\overset{2}{A} : \overset{2}{B} = a : b$$
$$\overset{2}{B} : \overset{2}{C} = b : c$$
$$\overset{2}{C} : \overset{2}{D} = c : d$$

und streichen wir diejenigen, welche als Vorder- und Hinterglieder zugleich vorkommen, gegeneinander aus, und erhalten so die neue Proportion

$$\overset{2}{B} : \overset{2}{D} = a : d$$

Setzen wir daher A verbunden mit B sey = a : b
B — — C — = b : c
C — — D — = c : d
so werden sich auch verbinden A mit C = a : c
B — D = b : d
A — D = a : d

oder die drei ersten Proportionen in eine zusammengesetzt: A mit B mit C mit D = a : b : c : d, worin mithin alle möglichen Verbindungsverhältnisse zwischen A, B, C und D gegeben sind; Bischoff a. a. O. 217. §. Uebrigens ist klar, daß das für drei Proportionen geltende, auch für jede beliebige Anzahl von Proportionen gesetzlich seyn muß.

2) So schließen wir z. B. von zwey bekannten Mischungsgrößen auf die dritte unbekannte, wenn wir setzen: 1,000 Sauerstoff und 0,125 Wasserstoff geben 1,125 Wasser; 1,000 Sauerstoff und 0,9872 Silicium geben Kieselerde (oder richtiger Kieselsäure), mithin werden auch 0,125 Wasserstoff, und 0,9872 Silicium geben 1,1122 Siliciumwasserstoff.

3) Als Beleg des Vorhergehenden möge folgende Uebersicht der bekanntesten Gemische der Grundstoffe stehen:

Namen des Gemisches.	Zeichen desselben.	Stöchiometrische Zahl des Gemisches.
Wasser	HO	1,125
Atmosphärische Luft	A^2O	4,500
Salpetersäure	AO^5	6,750
Kohlensäure	CO^2	1,750

Namen des Gemisches	Zeichen desselben	Stöchiometrische Zahl des Gemisches.
Schweflichte Säure	SO^{2}	4,000
Schwefelsäure	SO^{3}	5,000
Posphorsäure	PO^{5}	9,000
Salzsäure	$Ch\,H$	4,551
Chlorinsäure	$Ch\,O^{5}$	9,426
Boraxsäure	$B\,O$	1,348
Kali	$K\,O$	5,500
Natron	$N\,O^{2}$	7,793
Lithion	$L\,O$	2,278
Kalk	$Ca\,O$	3,551
Baryt	$Ba\,O$	9,572
Strontion	$Sr\,O$	6,522
Bittererde	$Ms\,O$	2,564
Thonerde	$Al\,O$	2,140
Kieselerde	$Si\,O$	1,987
Goldoxyd	$Au\,O^{3}$	28,000
Silberoxyd	$Ag\,O$	14,516
Rothes Merkuroxyd	$Hg\,O^{2}$	27,062
Zinnsäure	$Sn\,O^{4}$	18,705
Gelbes Bleyoxyd	$Pb\,O^{2}$	28,890
Kupferoxydul	$Cu\,O$	9,000
Kupferoxyd	$Cu\,O^{2}$	10,000
Stibiumsäure	$Sb\,O^{5}$	21,129
Arsenichte Säure	$As\,O^{3}$	12,402
Arseniksäure	$As\,O^{5}$	14,402
Schwarzes Manganoxyd	$Mn\,O^{4}$	11,116
Chromsäure	$Cr\,O^{2}$	4,333
Ölzeugendes Gas	$C\,H$	0,875
Kohlenwasserstoffgas	$C\,H$	1,000
Holzkohle	$C^{12}\,H$	9,125
Ammoniak	$A\,H^{3}$	2,125
Schwefelwasserstoff	$S\,H$	2,125
Selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas	$P\,H^{3}$	4,375
Arsenikwasserstoffgas	$As\,H^{2}$	9,752
Kohlenstickstoff	$A\,C$	2,500

Namen des Gemisches.	und desselben Zeichen	Stöchiometrische Zahl des Gemisches.
Blaustoff (Cyanogen)	AC^2	3,250
Blausäure (Hydrocyansäure)	HAC^2	3,375
Thierkohle	AC^6	6,250
Schwefelkohlenstoff	S^2C	5,500
Magnetisches Eisenoxydul	FeO^2	8,779
Unmagnetisches Eisenhyperoxyd	FeO^4	10,779
Magnetischer Eisenschwefel	FeS^2	10,779
Unmagnetisches Schwefeleisen	FeS^4	14,779
Neutrales kohlensaures Kali	$CO^2 + KO$	8,250
Kohlensaurer Kalk (Marmor)	$CO^2 + CaO$	6,30[illegible]
Salpetersaures Kali (Salpeter)	$AO^5 + KO$	[illegible],650
Schwefelsaurer Kalk (Gyps)	$SO^3 + CaO$	8,564
Salzsaures Natron (Kochsalz)	$^2(ChH) + NO^2$	16,895
Weinsäure	$H^2C^4O^5$	8,250
Citronensäure	$H^2C^4O^4$	7,250
Essigsäure	$H^3C^4O^3$	6,375
Oxalsäure (Sauerkleesäure)	$HC^{12}O^{18}$	27,125
Saures weinsaures Kali (Weinstein)	$^2(H^2C^4O^5) + KO$	22,000
Saures Oxalsaures Kali (Sauerkleesalz)	$HC^{12}O^{18} + {}^2(KO)$	43,625
Hydrocyansaures Eisenoxyd (Farbestoff des Berlinerblau)	$^3(HAC^2) + FeO^3$	19,904
Anthrazothionsäure (Schwefelblausäure)	CAS^3H^3	8,875
Stärkste Schwefelsäure (Schwefelsäurehydrat)	$SO^3 + HO$	6,125
Krystallisirter Weinstein	$^2(H^2C^4O^5) + KO + HO$	23,125
Silberamalgam, krystallisirtes.	$Ag + Hg$	38,578

§. 31.

Die zwischen zweyen oder mehreren ungleichartigen Materien obwaltende Möglichkeit sich mischend zu vereinigen, läßt sich betrachten, als die in den Ungleichartigen vorhandene, bei gegenseitiger Berührung zur Verwirklichung gelangende, wechselseitige Be-

stimmung, sich mittelst Anziehung zu ergänzen. Um diesen Bestimmungsgrund von den Bestimmungsgründen anderer Anziehungen zu unterscheiden, nennt man ihn die chemische Verwandtschaft oder die Affinität der Ungleichartigen; wiewohl nicht die ihrer Natur und ihres Ursprungs nach mehr ähnlichen Materien es sind, welche eine ausgezeichnete wechselseitige Einungs oder chemische Ergänzungs-Bestimmung zeigen, sondern vielmehr gerade umgekehrt dort die größte Mischungsbestimmung wahrgenommen wird, wo zwischen Mischbaren die größte Ungleichartigkeit und Ursprungsunähnlichkeit statt hat. Es wollen daher auch die Ausdrücke: größere und geringere, oder nähere und entferntere chemische Verwandtschaft nur den verschiedenen größeren oder kleineren Grad des chemischen Gegensatzes und der denselben bedingenden chemischen Verschiedenartigkeit ausdrücken, den zwey Stoffe, oder ein Stoff und ein Gemisch, oder zwey oder mehrere Gemische gegeneinander haben. Näher verwandt als eine andere Materie ist also eine erstere einer dritten, mit beiden mischbaren, wenn die erstere der dritten mehr entgegensetzt (weniger chemisch gleichartig) als die andere ist, und umgekehrt sind zwey Materien einander chemisch um so entfernter verwandt, je mehr ihre Werthe sich der Gleichheit nähern. ..

1) Z. B. Säuren und Basen sind im obigen Sinne einander näher verwandt, als Säuren und Säuren, Basen und Basen; Metalle und Sauerstoff näher, als Metalle und Metalle; ꝛc.

2) Bergmann erwägend, daß — wenn die Materie A mit der Materie B sich eint, während die, mit gegenwärtige und auch mischbare Materie C von der Einung ausgeschlossen bleibt, oder wenn das gegebene Gemisch B + C durch hinzugekommenes A dergestalt zersetzt wird, daß C heraustritt und frei wird, während A mit B zum neuen Gemische A + B sich verbindet — sowohl die Verbindung von Zweyen mit Ausschluß eines Dritten, als auch die Zersetzung zweyer Verbundenen durch Zutritt eines dritten (unter Ausscheidung des Einen der Verbunden gewesenen und Bindung des Dritten zuvor frei gewesenen) zu vergleichen sey einer (in den obigen Fällen zwischen A und B) eintretenden Anziehung mit Auswahl, und nannte daher den Bestimmungsgrund solcher ausschließlichen Mischung und Scheidung die Wahlverwandschaft der Chemisch-Wirksamen.

3) Da bei allen chemischen Verbindungen Veränderungen der Cohä-

renz eintreten, und da in Fällen, wo zwey Gemische sich wechselseitig dergestalt zersetzen, daß an ihrer Stelle zwey neue Gemische entstehen (z. B. wässrigflüssiger „salzsaurer Baryt" und wässrig flüssiges „schwefelsaures Natron", bilden flüssig bleibendes salzsaures Natron und in Pulverform sich ausscheidenden und zu Boden fallenden schwefelsauren Baryt), und eines der neu entstandenen Gemische sichtbar als cohärentere Substanz ausgeschieden wird; so folgerte daraus Berthollet daß nicht Anziehung mit Wahl, sondern nothwendige Bestimmung durch vorherrschende Gewalt der gegenseitigen Cohärenz das Bedingende der ausschließenden Mischung oder Scheidung sey, und daß zwey Materien einander näher verwandt seyen, als eine derselben einer dritten, wenn beide verbunden eine größere Cohärenz besitzen, als die dritte — mit der einen oder andern verbunden — zu gewähren vermag; daß mithin dort die größte Verwandtschaft walte, wo das Maximum von Cohärenz durch Mischung bedingt werde, und daß daher die Unterschiede der chemischen Verwandtschaft gleich seyen — den Größen der möglichen Cohärenzen, welche nach der Verbindung je zwey oder mehrere Materien zeigen. Da nun aber, sowohl diese mögliche oder werdende, wie auch die dieselbe bedingende, schon gegebene, Cohärenz jeglicher einzelnen Materie eine durch mancherlei Einflüsse (z. B. durch Wärme rc.) veränderliche Größe sey, so sey es auch die chemische Verwandtschaft zwischen je zwey Gegenwirkenden, und es müßte z. B. dasselbe C, welches im obigen Beispiel durch A von B geschieden wurde, auch umgekehrt wiederum A von B zu scheiden vermögen, wenn die Summe der Gewalt seiner über die eigene Grenze hinauswirkenden Cohärenz vermehrt werde, wie denn wirklich z. B. Schwefelsaurer Baryt durch eine große Menge Natron zersetzbar ist. Berthollet folgert ferner hieraus, daß die Mischungswirksamkeit zweyer Gegenwirkenden im Verhältniß ihrer Massen stehe, so, daß die eine Materie durch Vermehrung ihrer Masse gegen eine dritte zu ersetzen vermöge, was ihr an Mischungskraft (Gewalt der Cohärenz) abgehe; und daß sich unter sonst günstigen Umständen alle Ungleichartigen in allen Proportionen zu Mischungsganzen zu verbinden vermögen. Gegen die letztere dieser Folgerungen spricht aber zunächst die Erfahrung, indem sie zeigt, daß zwischen je zwey Gegenwirkenden, nur gewisse Verhältnisse statt haben, in welchen sie sich zu Mischungsganzen verbinden und zu gesättigten Verbindungen zu mischen vermögen. Ausserdem steht dieser Folgerung auch entgegen, daß, sofern jegliche Mischung durch Gegenwirkende bedingt wird, die Wirkungsgewalt (Cohärenz-Aeusserung) jeder einzelnen Materie nicht ins Unendliche entwickelbar seyn kann, sondern, einem endlichen, bestimmt begrenzten

Wesen zukommend, als endliche Größe durch eine endliche Gegengröße erschöpfbar seyn muß. Uebrigens ist die Cohärenz eines Gemisches nicht immer das Mittel zwischen beiden Cohärenzen der sich gemischt habenden Gegenwirkenden, sondern häufig größer als das Mittel, selten kleiner. Eine ausführliche Darlegung, Betrachtung und prüfende Vergleichung der Bergmann'schen und Berthollet'schen Lehren, habe ich zu geben versucht im 4ten Abschnitt meiner Einleitung in die neuere Chemie. Halle. 1814. 8. Ueber die verschiedenen Arten der chem. Verwandtschaft und die Stufen der Mischung oder sog. festen Mischungsverhältnisse ebendas. und weiter unten, bei der Betrachtung der chemischen Wirksamkeit der einzelnen gegebenen Stoffe.

§. 32.

Jegliches Mischen ist gleich einem Ausgleichen verschiedener Beschaffenheits- und Eigenschafts-Werthe zu einem mehr oder weniger mittleren; nirgends wo Mischung statt hat, behauptet sich das eine oder andere der Mischenden dergestalt mit unangefochtener Eigenthümlichkeit, daß der ganze Wirkungswerth des von ihm Aufgenommnen (Aufgelösten) in ihm, dem Aufnehmenden erlösche oder untergehe, sondern die Natur ist hier überall gegenseitig abhängig, oder durchgängig nothwendig. Bei lebenden Organismen hingegen herrscht die durch Selbstthätigkeit bedingte Macht bei der Aufnahme fremder Wesen in ihre eigne Substanz so vor, daß sie mit ihrer Eigenthümlichkeit während ihrer Lebensdauer mehr oder weniger unangefochten fortbestehen; indessen die von ihnen aufgenommenen Materien mit ihren besonderen Mischungswerthen untergehen, und dieselben nicht eher wieder erhalten, bis sie entweder von den Lebenden wiederum ausgestoßen worden, oder bis der Tod die einverleibende Gewalt des selbstthätigen Organismus bricht.

1) Die Erscheinungen der Ernährung und des Wachsthums der Organismen, bezeugen deren Einverleibungsgewalt (Assimilation) am Auffallendsten; und um den verschiedenen Werth chemischer und organischer Wirksamkeit genau kennen zu lernen, ist das Studium der Assimilationserscheinungen auch für den Chemiker ersprießlich. Im Allgemeinen läßt sich annehmen, daß Materien in dem Verhältniß wie sie assimilirt werden, an chemischer Zusammengesetztheit zu nehmen; daß aber alle Zusammengesetztheit der Art,

zur Einheit (zum In-sich-thätigen-Ganzen) erhoben wird, wenn die zusammengesetzte Materie wirklich assimilirt worden ist; vergl. m. Grundr. der Experimentalphisik Cap. VIII. handelnd: vom organischen Prozeß, und meine Einleit. in d. n. Chem. 2ter Abschnitt.

2) Die Organismen sind aus zur Einheit erhobenen Ganzen bestehende Welten im Kleinen; die Gemische hingegen verbundene Theile eines möglichen organischen Weltganzen, zusammengesetzt aus einfachern Theilen. Wir nennen daher jene Ganze, welche in ihrer Verbindung einen lebenden Organismus bilden oder sonst bildeten: die Bildungstheile desselben (der Thiere, Pflanzen ꝛc.), und unterscheiden sie so auch dem Namen nach von den nur durch abhängige Gegenthätigkeit entstandenen Gemischen. Sonst nennt man die Bildungtheile, sofern man sie vom zugehörigen Organismus getrennt hat und der chemischen Gegenwirkung Chemisch-Wirksamer unterwirft, im Allgemeinen auch Stoffe, z. B. Eyweißstoff; wiewohl der Zusatz Stoff füglich weggelassen werden kann, z. B. Zucker, Schleim, statt Zuckerstoff, Schleimstoff, und weggelassen werden muß, wenn es darauf ankommt, sich gegen die eigene Sprache nicht zu versündigen. Denn der Ausdruck Zuckerstoff sagt eigentlich aus, daß dieser Stoff — die Quelle und den Grund des Zuckers enthalte oder darbiete, während er doch selber der ganze Zucker ist.

3) Der Chemiker betrachtet die Bildungstheile als Gemische höherer Ordnung, oder mehr zusammengesetzter Art (s. oben §. 27. Anm. 4.) und bestimmt, indem er sie mit anderen Materien chemisch zu verbinden strebt, das Maaß und die Art ihrer abhängigen Gegenthätigkeit, und indem er sie in Grundstoffe zersetzt, das Verhältniß ihrer Zerstörbarkeit. Vergl. §. 5. Anm. 2.

§. 33.

Jede Veränderung, welche eine Materie, ein Urstoff, ein Gemeinwesen (§. 26.) ein Grundstoff, oder ein Gemisch erleidet, oder welche ein Bildungstheil oder ein Bildungsganzes (Organismus) erfährt, ist zunächst eine während der Dauer stetige Veränderung des Orts d. i. eine Bewegung: entweder des ganzen Zu-verändernden: oder einzelner Theile desselben.

1) Stetig (oder continuirlich, von Punkt zu Punkt zusammenhängend) d. h. in unmittelbarer Nachfolge und unmittelbarem Zusammenhange wirkend oder seyend ist jede Bewegung, sofern sie nie

von einem Raumpunkte zu einem entfernteren, sondern stets nur zum nächsten und eben so wenig sprungweise von einem Zeitpunkte zu einem ferneren, sondern immer nur zum angrenzenden nächsten Zeittheilchen überzugehen vermag, oder zum fernen Punkte nicht gelangen kann, ohne die zwischen liegenden nähern zu durchlaufen. Im gleichen Sinne gestehen wir auch den gestaltlosen Materien (dem Flüssigen, den Urstoffen und Gemeinwesen Stetigkeit (Continuität) zu; weil in ihnen überall der Anfangspunkt des einen denkbaren Theils zugleich der Endpunkt jedes anderen ist, und nirgends jene räumliche Geschiedenheit des einzelnen zu einem Ganzen gehörigen Raumerfüllenden vorgefunden wird, welche wir bei den gestalteten Materien (den Körpern) wahrnehmen.

2) Sofern mithin die gesammte Naturlehre, als Lehre von den Veränderungen leiblicher Dinge (§. 4.) zu betrachten ist, als die „Lehre von dem Gesetzlichen aller möglichen oder wirklichen Bewegungen leiblicher Dinge", kann man auch kurz und umfassend die gesammte Naturlehre bezeichnen: als die Lehre von den Zu- In- Durch- und Voneinander-Bewegungen leiblicher Wesen.

§. 34.

Dem Bewegen und Bewegtseyn entgegen steht das Ruhen eines leiblichen Wesens, d. i. das Verbleiben an dem Orte, an welchem das Wesen sich befindet. Indeß ist dieses Beharren im Aufenthalte am gegebenen Orte, ein solches nur in Beziehung auf die übrigen Einzelwesen und Theile unserer Erde; denn da diese sich um ihre Axe wälzend ununterbrochen die Sonne umläuft, und da alle übrigen von uns wahrnehmbaren Weltkörper fortdauernd in Bewegung begriffen sind; so ist klar, daß streng genommen kein leibliches Wesen ruht, sondern alle in steter Bewegung beharren. Wenn wir daher in der Folge ruhende und bewegte Wesen unterscheiden, so sehen wir dabei ab von der gemeinschaftlichen Bewegung unserer Erde und der Himmelskörper, und behalten dabei nur das gegenseitige Ortsverhältniß oder die Lage der einzelnen leiblichen Wesen im Auge. Scheinbare Aenderung der Lage, wird von uns erkannt als scheinbare Bewegung, und scheinbares Beibehalten der Lage, als scheinbare Ruhe. Beide müssen von wirklicher Bewegung und von wirklicher Ruhe wohl unterscheiden werden.

1) Fahren wir schnell durch einen Wald, so scheinen die Bäume

fortzueilen; dreht sich die Erde um ihre Axe, so scheint sie von der Sonne und den Sternen umlaufen zu werden, ꝛc.

2) Schwingen wir eine an einem Stabe befestigte glühende Kohle schnell im Kreise herum, so scheint ein ruhender Gluthkreis sich zu gestalten; umläuft der Mond unsere Erde, so scheint diese zu ruhen; begegnen wir einem mit uns in gleicher Richtung aber schneller segelnden Schiffe, so scheint das Schiff, auf welchem wir uns befinden, zu ruhen; ꝛc.

§. 35.

Forschen wir, in wieweit eine Bewegung der Vermehrung oder Verminderung fähig ist, oder suchen wir ihre Größe zu bestimmen, so können wir dieses nur, indem wir die zurückgelegte Bahnenlänge mit der darauf verwandten Zeit vergleichen; eine Vergleichung, die zur Bestimmung der Geschwindigkeit führt, mit welcher die Bewegung vollzogen wurde oder statt hat. Bey zwey mit verschiedener Geschwindigkeit bewegten Materien, werden sich bei gleichen durchlaufenen Räumen die Geschwindigkeiten verhalten, wie die verbrauchten Zeiten, und bei gleichen Zeiten wie die Räume, und bei ungleichen Zeiten und ungleichen Räumen, wie die Quotienten der Räume durch die Zeiten; mithin auch die durchlaufenen Räume, wie die Geschwindigkeiten multiplicirt mit den Zeiten.

1) Die Ausdrücke: geschwind und langsam, sind gewöhnlich Bezeichnungen, die von solchen Bewegungen entlehnt wurden, welche tägliche Erfahrung am Häufigsten darbietet. Bestimmt werden diese Ausdrücke nur dann, wenn man dabei auf die Elemente der Geschwindigkeit, auf Bahn und Zeit Rücksicht nimmt.

2) Das Sonnenlicht verbraucht z. B. 8 Minuten 13,2 Sekunden, um bei mittlerer Entfernung der Erde von der Sonne, zur Erde zu gelangen; eine Kanonenkugel würde hingegen, wenn sie auch dieselbe Geschwindigkeit beibehielte, die sie hatte, da sie die Mündung der Kanone verließ, dennoch an 32 Jahre nöthig haben, um von der Erde aus die Sonne zu erreichen.

§. 36.

Fragen wir hingegen, wie groß die Wirkung ist, welche eine mit bestimmter Geschwindigkeit und mit bekannter Masse bewegte Materie auf eine andere, ebenfalls bekannte, bewegte

oder ruhende Materie ausübt, so bestimmen wir durch Beantwortung dieser Frage die Größe der Wirkung, oder (minder richtig ausgedrückt) das Moment oder die Größe der Bewegung.

1) Die Größe der Bewegung, oder richtiger: Wirkungsgröße der bewegten Masse, hängt eines Theils von letzterer, anderen Theils aber auch von der Größe des Widerstandes ab, den sowohl das die Wirkung erleidende Leibliche, als auch jenes Raumerfüllende (z. B. die Luft) das sogenannte Mittel (Medium der Wirkung) — entgegengesetzt, durch welches die Masse sich bewegt, um zu dem Leiblichen zu gelangen, gegen das die Wirkung gerichtet ist. Abgesehen nun vom Widerstande des zu treffenden Leiblichen und des Mittels, verhalten sich die Bewegungsgrößen (Q. q) bei gleichen Massen (M. m), wie die Geschwindigkeiten, (C. c) und es ist $Q : q = C : c$; bei gleichen Geschwindigkeiten wie die Massen $Q : q = M : m$ und bei ungleichen Massen und Geschwindigkeiten wie die Quotienten der Massen durch die Geschwindigkeiten $Q : q = \frac{M}{m} : \frac{C}{c}$.
Zwey bewegte Materien von ungleicher Geschwindigkeit werden daher (unter übrigens gleichen Umständen) gleiche Wirkung leisten, wenn ihre Massen sich umgekehrt verhalten wie ihre Geschwindigkeiten.

2) Jede Mittheilung der Bewegung erfordert Zeit; wird diese übereilt, so können Theile einer Materie in Bewegung gesetzt werden, ohne daß die Bewegung sich innerhalb der Masse der übrigen Theile verbreitet. Führt man z. B. einen schnellen Schlag gegen einen in zwey Haarschleiffen hängenden Pfeifenstiel, so reicht die Zeit nur zur Mittheilung der Bewegung in senkrechter Richtung gegen das vom Schlage getroffene Stück des Pfeiffenstiels hin, aber nicht zur Fortpflanzung in die übrigen, zur Seite liegenden Theile, und mithin auch noch weniger in die Substanz der Haarschleiffen, daher bleiben diese unzerrissen, während der Pfeiffenstiel dort wo er getroffen wurde zerbricht. Wegschnellen eines mit einer Münze belegten Kartenblatts, von der Mündung eines mit Wasser gefüllten Glases; so daß das Stück Geld ins Wasser fällt, während die Karte unter ihm fortbewegt wird. Umschwingen eines mit Wasser gefüllten Glases innerhalb eines Tonnenreiffes, wo weder Wasser verschüttet wird, noch das Glas zum Fallen kommt, weil die Fallzeit (und die mögliche Fallbewegung) für das Glas durch die Umschwungsbewegung übereilt und Glas sammt seinem Wasser in der Schwungrichtung erhalten wird. Zum Theil gehört hieher auch das künstliche Fliegen und künstliche Schwimmen, wo Körper schneller gegen Unter- und Seitenlagen bewegt werden, als diese auszuweichen vermögen.

3) Bei hinreichender Mittheilungszeit vertheilt sich hingegen jede auf ein Leibliches einwirkende Bewegung, und mithin auch die dieselbe voraussetzende Bewegungskraft, durch dessen Masse gleichförmig. Je größer daher die Masse z. B. eines wegzuschleudernden Körpers ist, um so kleiner wird die Wirkung der ihm mitgetheilten Wurfbewegung in jedem seiner Theile seyn, mithin um so kleiner die Geschwindigkeit, mit welcher er wirklich fortgeworfen wird. Die Geschwindigkeiten zweyer verschiedenen, von dergleichen Bewegungskräften getroffenen Körper, werden sich mithin dann verhalten: bei gleichen Bewegungskräften, wie die Massen; bei gleichen Massen wie die Kräfte; und bei ungleichen Massen und ungleichen Kräften, wie die Kräfte dividirt durch die Massen.

4) Leistet das Mittel innerhalb dessen eine Bewegung statt hat, keinen Widerstand, und dient es überhaupt der Bewegung nicht zum Hinderniß; so nennt man es ein leeres oder freies Mittel. In der Wirklichkeit kennen wir kein leeres Mittel, sondern nur Annäherungen zu demselben z. B. die sog. Torricellische Leere oberhalb des Merkurs in dem verschlossenen Theil einer Barometerröhre; indeß nimmt man häufig bei zu berechnenden Bewegungen das widerstehende (resistirende) Mittel (um dadurch die zu lösende Aufgabe weniger verwickelt zu machen) z. B. die atmosphärische Luft, als ein freies an.

5) Sind die Größen zweyer sich entgegenwirkenden Bewegungen gleich, so heben sie sich auf, und es erfolgt Ruhe (Stasis) und damit zugleich die Gleichstellung der Gegenkräfte beider Bewegten, d. i. Gleichgewicht der Bewegungskräfte. Vergl. §. 22 u. 27. In Beziehung auf jene erzwungene Ruhe, nennt man auch die Produkte der bewegten Massen in die Geschwindigkeiten (die Wirkungsgrößen) die statischen Momente, die einander gleich sind, wenn bei gleichen Massen gleiche Geschwindigkeiten statt haben, und wenn bei ungleichen Massen und ungleichen Geschwindigkeiten, die Massen sich umgekehrt verhalten wie die Geschwindigkeiten.

§. 37.

Kein ruhendes, nur leibliches Wesen vermag aus eigener Kraft sich zu bewegen, und kein Bewegtes aus eigenem Vermögen zu ruhen, (§. 2.) sondern es bleibt vielmehr jedes Ruhende solange in Ruhe, und es behält jedes Bewegte solange seine Bewegung bei, in derselben Richtung und mit derselben Geschwindigkeit, so lange kein anderes, be-

wegtes oder ruhendes leibliches Wesen darauf wirkt, und es hemmend oder zur Mit- und Gegenwirkung nöthigend, den statthabenden Zustand seines Daseyns oder Wirkens abändert. Man nennt diese Unfähigkeit jegliches Leiblichen sich selber zu ändern, es als etwas Positives ansehend: die Beharrung oder mit älteren Naturforschern richtiger die Trägheit, wiewohl der letztere Namen, damit leicht zu verbindender Nebenbedeutungen wegen, nicht gut gewählt ist.

1) Noch weniger gut gewählt ist die lateinische Benennung: Vis inertiae, denn: sich nicht selber ändern können ist weder Vermögen noch Kraft, sondern Unvermögen und Ohnmacht.

2) Wenn ein senkrecht in die Höhe geworfener Stein der Hand entlaßen fortfährt sich zu bewegen, so geschieht dieses aus Unvermögen: die ihm mitgetheilte Bewegung zu hindern oder aufzuheben; er beharrt daher so lange in der Wurfbewegung, bis ihm ein Bewegungshinderniß erwächst, welches die ihm mitgetheilte Bewegung zu wältigen vermag. Ein solches ist z. B. gegeben in der allgemeinen Anziehung der Erde, die als eine in fortdauernder Erneuung begriffene und daher hinsichtlich ihrer Entwickelung als endlos zu betrachtende Zuggewalt der Wurfrichtung des Steines mehr oder weniger entgegenwirkt, indem sie die demselben nur einmal mitgetheilte und weiter nicht erneuerte, endliche Wurfkraft aufhebt, und nun den dadurch nicht mehr geworfenen Stein ihrer eigenen (senkrecht zur Erde gehenden) Bewegungsrichtung unterwirft.

§. 38.

An sich bewegend (unbedingt thätig) aber nicht bewegbar ist nur das Geistige; an sich bewegend und zugleich bewegbar sind die lebenden Organismen und ist es die ganze Natur, indem diese nach ewigen Gesetzen alle zu ihr gehörigen Wesen stets bewegt, und sich bewegen läßt, und die dazu nöthigen Bewegungskräfte ununterbrochen aus unversiegbarer Quelle erneuet; nur bewegbar hingegen und aus sich selber nicht bewegend sind alle leblosen, in Raum und Zeit befangenen Wesen. Vergl. §. 3—2—1.

§. 39.

Den letzteren Wesen kommt das Bewegen und jegliche Veränderung, die vom Bewegtseyn abhängig ist, nicht eigen-

thümlich zu; den Organismen hingegen ist das Bewegen eigen, und sie sind eben darum nicht als besondere Arten einer etwa anzunehmenden mannichfach gestalteten Urmaterie, sondern als Wesen zu betrachten, denen vom Schöpfer bestimmte Maaße von ursprünglicher Bewegungskraft zugewiesen wurden, die sie als ihnen verliehenes Eigenthum während ihrer Lebenszeit verbrauchen.

a) Vergl. meine Vergleichende Uebersicht des Systems der Chemie. Halle. 1819. 4. Einleit. Desgleichen m. Einleit. in die neuere Chemie. Halle. 1814. 8. 2r Abschnitt.

§. 40.

Da nun die lebendigen Organismen so beträchtlich von den nur gegenthätigen Anorganismen abweichen, und da die Mannichfaltigkeit ihrer selbst, wie ihrer Lebensverrichtungen, fast unübersehbar ist; so nehmen wir in den noch folgenden Capiteln nur in soweit auf dieselben Rücksicht, als sie sich ebenfalls nur gegenthätig und durch Gegenthätigkeit wirksam zeigen; vergl. §. 1 u. 3.

§. 41.

Die Erforschung des Selbstthätigen in den lebenden Organismen (den menschlichen mit eingeschlossen) gebührt der Psychologie und Physiologie, die des Gegenthätigen der Physik und Chemie. Von denen die erstere das Gemeinsame in den Veränderungen zeigt und das Gesetzliche desselben erläutert, und die andere das Besondere in den Veränderungen seinem Grunde und seiner Wirkung nach zum Erforschungs-Gegenstande macht, während die Physiologie das Eigenthümliche in den Veränderungen der Lebendigen nach aufgefundenen Gesetzen zu erklären versucht.

a) Vergl. m. Grundr. d. Experimentalphysik II. Cap. VIII. u. m. Einleit. in die neuere Chem. a. a. O.

Erstes Kapitel.

Von der Bewegung.

§. 42.

Zur Hervorbringung jeglicher Bewegung werden erfordert: Bewegungskräfte. Diese sind wirksam entweder ohne oder durch Zuthun willensfähiger Organismen, und werden entweder nur in Lebendigen und durch dieselben erzeugt, und heißen dann lebendige Kräfte (z. B. Muskelkräfte, Nervenkraft, Assimilationskraft, Gefäß- und Säftekraft), oder nur in Leblosen, wohin die chemischen und magnetischen Lös- und Bind-, Anziehungs- und Abstoßungs-Kräfte gehören; oder sowohl in Lebendigen wie in Leblosen, und werden dann allgemeine Naturkräfte genannt (als da sind: die allgemeine Anziehungskraft oder Schwere; die besonderen Ziehkräfte, aus deren Wirksamkeit die bestimmte Dichtigkeit und die bestimmte Cohärenz hervorgehen; die Anziehungs- und Abstoßungskräfte der Electricität, des Lichtes und der Wärme). Die letzteren heißen auch (im Gegensatze der lebendigen) mechanische Kräfte, sofern sie Druck, Stoß, Reibung, Wurf, Schwung, Hub oder Zug entstehen machen.

§. 43.

Jede Bewegungskraft wirkt mit bestimmter Lenkung und mit bestimmter Stärke, und erzeugt dadurch Bewegung in bestimmter Richtung und von bestimmter Geschwin-

digkeit. Solches zeigt jedes Leibliche (Gemeinwesen, Urstoffe und gewichtige Materien), sofern es als Bewegliches bewegt wird. Soweit das Leibliche als Masse sich zeigt, stehen die Grade der Anziehungsstärke der allgemeinen Anziehungskraft (Schwere; §. 17. Anm. 4.) im Verhältniß der Masse; deren Maaß auf der Erde das Gewicht (§. 6. Anm. 7.) ist.

§. 44.

Denken wir uns ein Raumerfüllendes nach jeder seiner drei Dimensionen (§. 6. Anm. 4.) durch eine Ebene in zwey Theile getheilt, welche einander — in Absicht auf Anziehung zu einander wie zur Erde — das Gleichgewicht halten, so ist es jener Punkt, in welchem die drei Theilungsebenen sich schneiden, durch den die von dem Raumerfüllenden befolgte, senkrechte, geradlinige Richtung geht, wenn dasselbe von der Erde gezogen zu ihr hinabfällt. Man nennt daher diesen Punkt den Schwerpunkt der schweren (d.i. fallenden oder fallfähigen) Masse. Bei Betrachtung der Bewegung eines Raumerfüllenden, denkt man sich dessen ganze schwere Masse in seinem Schwerpunkte vereint, und nennt die Bahn, welche dieser schwere Punkt durchläuft, die Linie oder die Richtungslinie der Bewegung.

§. 45.

Wirkt nur eine Bewegungskraft auf ein Bewegliches bewegend, so ist die Bewegung unverändert und geradlinig; wirken hingegen mehrere Kräfte auf das Bewegliche, so wird die Bewegung abgeändert, und zwar entweder nur hinsichtlich ihrer Geschwindigkeit oder ihrer Richtung, oder in beiderlei Hinsicht, und in den beiden letztern Fällen entsteht dann eine abgelenkte Richtung. Diese ist krummlinig, wenn eine in geradliniger Richtung beharrlich wirkende Kraft, durch eine andere, unter irgend einem Winkel stetige Gegenwirkung erfährt. Jede krummlinige Bewegung ist daher nothwendig eine zusammengesetzte, die geradlinige hingegen einfach; sofern sie wenigstens durch eine Kraft hervorgebracht werden kann, wenn sie auch nicht immer dadurch bewirkt wird.

§. 46.

Denn es können wirklich mehrere Kräfte auf ein Bewegliches wirken, ohne daß dadurch eine krummlinige Bahn hervorgeht. Alle hieher gehörigen einzelnen Fälle, lassen sich auf folgende Hauptfälle zurückbringen. Es wirken entweder 1) die Kräfte miteinander von und in derselben Richtung auf das Bewegliche, und dann wird die Geschwindigkeit der Bewegung gleich seyn: der Summe der Wirkungsstärken (§. 42.) der einzelnen Kräfte; oder 2) sie wirken in derselben Richtung aber mit ungleicher Stärke nacheinander, so daß die eine die andere ereilt, und dann wird die ereilte Kraft im Verhältniß der Stärke der ereilenden an Wirksamkeit zunehmen, und die Bewegung wird beschleunigt werden (§. 17. Anm. 4); oder 3) sie wirken miteinander (oder nacheinander) in derselben Richtung, aber mit entgegengesetzter Wirkungsweise, die eine z. B. fortwerfend, die andere zurückziehend (wie dies z. E. bei einem senkrecht in die Höhe geworfenen Körper der Fall ist; §. 17. Anm. 4.), in welchem Falle dann die Bewegung verlangsamt wird; oder 4) sie wirken in derselben aber hinsichtlich des Ausgangs nicht gleichen sondern entgegengesetzten Richtung d. i. gerade gegeneinander; oder 5) sie wirken auf das Bewegliche in verschiedenen, einen Winkel machenden geraden Linien, d. i. schief gegeneinander.

1) Die beschleunigte und die verlangsamte Bewegung, sind das eine oder das andere entweder gleichmäßig, d. h. die Geschwindigkeit wächst oder verliert in jedem nächsten, dem vorigen gleichen Zeittheilchen um „ebensoviel", als sie im vorhergehenden zu- oder abgenommen hatte, oder ungleichmäßig d. h. ihre Geschwindigkeit nimmt in gleichen Zeiten ungleich zu oder ungleich ab.

2) Ist bei einer Bewegung die Geschwindigkeit in jedem nachfolgenden Zeittheichen dieselbe, welche sie im vorhergehenden gleichgroßen Zeittheilchen war, so heißt die Bewegung eine gleichförmige, verändert sich hingegen die Geschwindigkeit in jedem kommenden Zeittheilchen, so ist die Bewegung ungleichförmig.

3) Ein Beispiel der gleichmäßig verlangsamten Bewegung gewährt der senkrecht aufwärts geworfene Körper, eines der gleichmäßig beschleunigten der senkrecht aus der Luft wieder herabfallende Körper (§. 17. Anm. 4.); eines der gleichförmigen

Bewegung: die Axendrehung der Erde; und der ungleichförmigen das bewegte Räderwerk der Roßmühlen. Die meisten Maschinen nähern sich der Gleichförmigkeit in der Bewegung mehr, als die lebendigen Kräfte, und sind daher diesen in der Regel schon der Gleichheit der Wirkung wegen vorzuziehen. Nicht immer bewirkt eine gleichmäßig beschleunigende Kraft, wirklich gleichmäßig vermehrte Geschwindigkeit. So z. B. bedient man sich absichtlich in der Mechanik (z. B. bei den Pendeluhren) solcher Hindernisse, welche im gleichen Verhältniß gleichmäßig verlangsamen, und dadurch die Möglichkeit vermitteln: gleichförmige Bewegungen zu veranlassen.

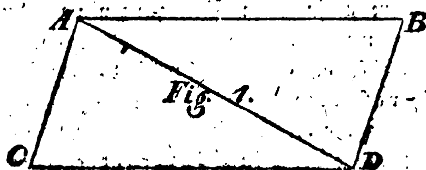
§. 47.

Wenn die Kräfte gerade gegeneinander wirken, so ist die Geschwindigkeit dem Unterschiede der Stärken der beiden Kräfte proportional, und die erzeugte Geschwindigkeit ist entweder die der relativen Ruhe, wenn die gleichen Stärken der Kräfte einander das Gleichgewicht halten (§. 15. Anm. 1.), oder die der Ueberwältigung der einen Kraft durch die andere, wenn die eine der anderen hinsichtlich ihrer Stärke ungleichen Kraft, diese andere überwiegt.

§. 48.

Wirken die Kräfte schief gegeneinander, so wird die neue Bewegung — nach Art der Richtung und nach Maaßgabe der Geschwindigkeit der einzelnen Kräfte — durch die Diagonale des Parallelogramms (genannt das Parallelogramm der Kräfte) bestimmt, dessen Seiten die unter den gegebenen Winkeln verbundenen Wege sind, in welchen beliebige Zeiten hindurch die Stärken der Kräfte die gegebenen Geschwindigkeiten erzeugten.

1) Setzen wir z. B. es werde ein Bewegliches mit gleicher Stärke und gleichzeitig in der Richtung von A (Fig. 1.)



nach B, und in der von A nach C getrieben, so sollte es in derselben Zeit, in welcher es den Weg A C zu durcheilen hätte, ein eben so großes Stück Weges in der Richtung A B durchlaufen; statt dessen wird es nun, vermöge der gleichzeitigen Wirksamkeit beider Kräfte den mittleren Weg d. i. den der Diagonale A D des zu den beiden Linien A C und A B (als gegebenen Seiten des gebildeten Parallelogramms A B C D) in der nämlichen Zeit durcheilen, in welcher es die Bahn A C, oder ein eben so großes Stück der Bahn A B durchlauffen hätte, wenn es nur von einer der Bewegungskräfte getrieben worden wäre. — Ein Beispiel gewährt jede fliegende Brücke; ein an beiden Ufern eines Stroms gezogenes Schiff; ein zwischen zwey Fingern weggeschnellter Kirschkern; der bei windigem Wetter aus den Schornsteinen aufsteigende Rauch ꝛc.

2) Treiben mehr als zwey Kräfte von bekannter Stärke das Bewegliche, so wird der mittlere Weg, den dasselbe beschreibt oder beschreiben wird, gefunden, wenn man je zwey der sich nächsten Kräfte hinsichtlich ihrer Richtungen zur Bildung eines Parallelogramms benutzt, dessen Diagonale dann für die nächste dritte Kraft, als eine einfache Bewegung betrachtet und mit der dritten (vierten ꝛc.) Kraft, wiederum auf gleiche Weise zusammengesetzt wird. Die letzterhaltene Diagonale giebt dann den gesuchten Weg.

3) Umgekehrt kann die gegebene Bewegung in der Diagonale auch dazu dienen, die Richtungen der Kräfte zufinden, welche solchen mittleren Weg durch gleichzeitige Einwirkungen auf das Bewegliche beschreiben ließen. Es bewege sich ein Körper in der Richtung (Fig. 1.) A D, und es sey bekannt, daß zwey verschiedene Kräfte ihn in diese Bahn getrieben haben; so werden die Richtungen dieser Kräfte dadurch gefunden werden, daß man den Weg A D als Diagonale des darnach zu bildenden Parallelogramms betrachtet. Man nennt dieses die Zerlegung der Kräfte. Beide Lehren, die vom „Parallelogramm und von der Zerlegung der Kräfte" gehören zu den vornehmsten in der Physik.

4) Der Knabe der den „fliegenden Drachen" steigen läßt, bestimmt mit der Zug- oder Haltgewalt seiner Hand die eine Kraft, und der Wind giebt die andere derjenigen Richtung, in welcher der Drachen wirklich aufsteigt.

5) Die die mittlere bedingenden Bewegungen nach den Seiten des Parallelogramms nennt man die Seitenbewegungen, die dabei wirkenden Kräfte die Seitenkräfte, die Bewegung in der Diagonale die resultirende Bewegung, die dabei gegebene Zusammenwirkung der Kräfte die resultirende (sich ergebende) Kraft, Mittel- oder Diagonalkraft oder die sich ergebende Wirkungsstärke.

6) Da die Diagonale eines Parallelogramms stets kleiner ist, als die Summe zweyer sich berührenden Seiten desselben, so ist auch die Geschwindigkeit der resultirenden Bewegung immer kleiner, als die Summe der Geschwindigkeiten der einzelnen in Richtung der berührenden Seiten wirkenden Kräfte. Zugleich folgt aber auch aus dem Vorhergehenden, daß die sich ergebende Wirkungsstärke und mithin die resultirende Geschwindigkeit nicht nur von der Stärke jeder einzelnen Seitenkraft, sondern auch von dem Winkel abhängig ist, den die Richtungen der Seitenkräfte einschließen. Je stumpfer dieser Winkel ist, um so kleiner, je spitzer er ist, um so größer wird die resultirende Geschwindigkeit seyn; und wird der Winkel unendlich spitz d. h. = 0, so wirken die Kräfte wie im 1ten Fall §. 45. Anleitung zur genauen Berechnung des Einflußes der Größe des Winkels und überhaupt der Größe der resultirenden Kraft, so wie umgekehrt: der Größen der Seitenkräte bei gegebener Diagonalkraft, findet man in D. Bernoulli com. pet. I. d'Alembert op. I. Poisson Mec. I. §. 13.

7) Die Geschwindigkeit im obigen Sinne, nennt man auch die lineare, zum Unterschiede der Winkelgeschwindigkeit, welche von einem im Kreise bewegten Körper gilt, und bestimmt wird durch die Größe des Bogens, den der Körper in bestimmter Zeit, z. B. binnen einer Sekunde durchläuft. Wenn sich zwey Körper in gesonderten Kreisen von verschiedener Größe aber gleicher Grundeintheilung so bewegen, daß beide in gleichen Zeiten gleiche Gradbogen beschreiben, so sind ihre Winkelgeschwindigkeiten gleich, während ihre linearen oder eigentlichen Geschwindigkeiten sich verhalten, wie die Größen beider Bogen.

§. 49.

Hört eine Bewegungskraft in ein Bewegliches einzuwirken auf, nachdem sie demselben eine gewisse Geschwindigkeit ertheilt hat, so wird der Körper mit dieser Geschwindigkeit sich gleichförmig fortbewegen, gemäß seiner Trägheit (§. 37.), und Räume durchlaufen, welche sich verhalten wie die während der Bewegung verbrachten Zeiten. Eine Annäherung zu dergleichen Bewegungen giebt das §. 46. Anm. 3. erwähnte Beispiel; vollkommen gleichförmig ist, ausser den Axendrehungen der Weltkörper (a. a. O. Anm. 2.) keine, schon wegen des verlangsamenden Widerstandes, den die Medien entgegensetzten (§. 36. Anm. 4.), und wegen Einwirkung der Erdzuggewalt oder der Schwere.

§. 50.

Wirkt hingegen die Bewegungskraft mit gleicher Stärke auf das Bewegliche **stetig** ein (d. h. in jedem nachkommenden Zeittheilchen sich stets mit gleicher Stärke erneuend und in dieser Selbsterneuung unaufhörlich und ununterbrochen beharrend), so erhält das Bewegliche zu der Geschwindigkeit, die es im ersten Zeittheilchen schon hatte (und mit der es sich vermöge der Trägheit solange gleichförmig fortbewegen würde, bis es durch Widerstand daran gehindert wäre) in jedem nächsten gleichgroßen Zeittheilchen einen Zusatz, und setzt dadurch mit **gleichmäßig beschleunigter Bewegung** seinen Lauf fort. Wird hingegen die Bewegung des **gleichförmig** Bewegten in jedem nächsten gleichgroßen Zeittheilchen um gleichviel (durch Gegenwirkung) gemindert, (z. B. durch die Schwere bei dem in senkrechter Richtung aufwärts geworfenen Stein) so geht die sonst gleichförmige Bewegung des Bewegten in die **gleichmäßig verlangsamte** über.

1) Eine stetige und darum beschleunigende Kraft ist die **Schwere**; die Bewegung fallender Körper ist daher eine **beschleunigte**, und streng genommen **mehr als gleichmäßig beschleunigte**, weil die **Schwere** auf den fallenden und durch das Fallen der Erde sich mehr nähernden (§. 18. u. §. 19.) Körper, in den gleichgroßen Theilchen der ganzen Fallzeit nicht mit gleicher, sondern vermöge der größeren Erdnähe (§. 18. Anm. 4.) ununterbrochen **mit wachsender Stärke** einwirkt.

2) Faßt man diejenige Geschwindigkeit in Gedanken für sich auf, welche ein mit gleichmäßiger Beschleunigung sich Bewegendes nach Ablauf einer gewissen Zeit hat, und vermöge welcher das Bewegte nun, ohne weitere Einwirkung der bewegenden Kraft, gemäß seiner Trägheit, gleichförmig fortgehen würde, so nennt man solche die **Endgeschwindigkeit** des Bewegten. Gesetzt, ein fallender Körper habe am Ende der ersten Zeitsekunde eine Endgeschwindigkeit von 30 Fuß für eine Sekunde, so würde er nun, wenn er die Erde noch nicht erreicht hätte und die Schwere nicht weiter auf ihn einwirkte, in jeder der nachkommenden Sekunden mit einer Geschwindigkeit von 30 Fuß für eine Sekunde **gleichförmig** fortgehen, bis er die Erde erreichte, und dann würde er gegen die Erde stoßen, mit einer Stärke, welche im Verhältniß seiner Masse und seiner Geschwindigkeit steht; §. 36. Anm. 1.

3) Die **gleichmäßig beschleunigte Geschwindigkeit** wächst

mithin wie die Zeit, und ist daher am Ende der zweiten Sekunde doppelt so groß, als sie am Ende der ersten war, und am Ende der dritten dreimal so groß als nach Ablauf der ersten rc.; oder, was dasselbe sagen will: sie wächst, wie die Reihe der natürlichen Zahlen 1, 2, 3, rc.

4) Jede Endgeschwindigkeit wird allmählig; d. h. hebt mit der Anfangsgeschwindigkeit = 0 an, und wächst ununterbrochen bis zum Ende fort. Im ersten denkbaren Zeittheilchen diesseits der Anfangsgeschwindigkeit = 0, ist also die Geschwindigkeit um etwas größer, als sie im vorhergehenden war, und so im zweiten größer als im ersten rc.; ein mit solcher wachsenden Geschwindigkeit Bewegtes legt daher in der ganzen bis zur Endgeschwindigkeit verstreichenden Zeit einen Raum zurück, der proportional seyn muß allen einzelnen Geschwindigkeiten vom ersten bis zum letzten Zeittheilchen. Mithin wird es mit der Summe aller dieser Geschwindigkeiten dieselbe Bahn durchlaufen, die es auch durchlaufen haben würde, wenn es sich — vom Anheben der Bewegung = 0 an bis zur Erreichung der Endgeschwindigkeit — stets mit der mittleren Geschwindigkeit bewegt hätte. Denn um dasselbe, um welches vom Anheben der Bewegung bis zur ersten Hälfte der dabei aufzuwendenden Zeit, die einzelnen Geschwindigkeiten der untheilbaren Zeitabschnittchen kleiner sind, als die Geschwindigkeit des mittleren, die Hälfte bezeichnenden Zeittheils, genau um eben soviel größer sind dagegen auch die untheilbaren Zeitabschnittchen der letzteren Hälfte. Mithin ist die mittlere Geschwindigkeit die Hälfte der Endgeschwindigkeit; und drücken wir die Endgeschwindigkeiten durch 1, 2, 3, 4, rc. aus, so müssen die mittleren Geschwindigkeiten der verbrauchten Zeiten ausgedrückt werden durch $^1/_2$, $^3/_2$, $^5/_2$, $^7/_2$ rc.; d. h. die mittleren Geschwindigkeiten und mithin auch die bei gleichmäßiger Beschleunigung zu durchlaufenden Räume, wachsen wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7 rc. Der Raum der 2ten Sekunde ist also das 3fache, der der dritten das 5fache u. s. w. der ersten, und der gesammte Raum, der nach Ablauf der 2ten Sekunde, mit Einschluß des Raums der ersten durchlaufen wurde, das 4fache, nach Ablauf der dritten Sekunde das 9fache, der vierten das 16fache rc. des in der ersten Sekunde durchlaufenen Raums (oder die durchlaufenen Räume stehen zu den einzelnen gleichgroßen verbrauchten Zeittheilchen in folgenden Zahlenverhältnißen: 1, 1+2, 1+2+2, 1+2+2+2, 1+2+2+2+2 u. f.). Die Räume nehmen also zu nach den Quadratzahlen der zur Einheit angenommenen Zeiten, und ist daher z. B. der Fallraum in dem ersten Zeittheilchen, und die Zahl aller während des freien, ungehinderten Falles verbrauchten gleichgroßen Zeittheilchen bekannt,

so erfährt man die Größe der ganzen, während aller Zeittheilchen zusammen genommen durchlaufenen Räume, wenn man die Zahl der Zeittheile mit sich selbst, und das daraus erhaltene Produkt mit dem Fallraum des ersten Zeittheils multiplicirt (z. B. der Fallraum eines schweren Körpers ist in den geographischen Breiten, unter welchen Deutschland liegt, in der ersten Zeitsekunde, bei als gänzlich ungehindert angenommenen Fallen, im Mittel 15,625 rheinl. Fuß oder fast 15,1 pariser Fuß, mithin wird er nach Ablauf der dritten Sekunde seyn $= 3 \times 3 = 9 \times 15{,}1 = 135{,}9$ paris. Fuß); und hat man die ganze Fallzeit in Sekunden ausgedrückt, so giebt die Zahl dieser Sekunden multiplicirt mit 2 Mal $15{,}1 = 30{,}2$ die dem fallenden Körper durch das Gesammtfallen gewordene Endgeschwindigkeit (z. B. ist die Endgeschwindigkeit nach Ablauf der 2ten Sekunde $= 2 \times 30{,}2 = 60{,}4$); oder multiplicirt man den Fallraum der ersten Sekunde mit dem in gleicher Maaßeinheit ausgedruckten Fallraum des ganzen Falles (z. B. $15{,}1 \times 60{,}4 = 912{,}04$) und nimmt das Product 4 Mal ($912{,}04 \times 4 = 3648{,}16$) so giebt die daraus gezogene Quadratwurzel ($= 60{,}4$; $60{,}4 \times 60{,}4 = 3648{,}16$) die Endgeschwindigkeit, in derselben Maaßeinheit ausgedrückt.

5) Als Maaß der Geschwindigkeit nimmt man gewöhnlich den in einer Sekunde durchlaufenen Raum; heißt es z. B. die Geschwindigkeit des Schalls (der Fortpflanzung des Schalls) bei Frostkälte (Kälte des gefrierenden Wassers, = 0° C. oder 0° R. d. i. der Centesimal- oder der Reaumurschen Thermometerskale, oder 32° F. d. i. 32° der Fahrenheitischen Wärmemesserskale) ist = 1027 paris. Fuß, so behält man dabei in Gedanken: in einer Zeitsekunde; oder die einer Kanonenkugel 1800 paris. Fuß (in einer Sekunde); rc.

6) Wird der ungehindert fallende Körper ausser der von der Erde her wirkenden Schwere auch noch durch eine andere Kraft in senkrechter Richtung abwärts (der Erde zu) bewegt, z. B. durch gegen die Erde gerichtete Wurf- oder Stoßkraft, oder z. B. bei dem in nördlichen oder südlichen Breiten, besonders in den Polargegenden fallenden, als solches vom Erdmagnete gezogenen Eisen, durch den Erdmagnetismus; so wächst die Beschleunigung des Körpers auch noch im Verhältniß dieses Zuwachses von Bewegungsstärke, und zwar im ersteren Falle mit einer ein für alle Mal gleich bleibenden, der Größe der Wurf- oder Stoßkraft entsprechenden Vermehrung, durch alle Fallräume und Fallzeiten hindurch, gemäß der Trägheit (Beharrung) und im letzteren Falle im Verhältniß der der Schwerebeschleunigung ähnelnden, ebenfalls stetigen (sich ununterbrochen erneuenden) Beschleunigung der magnetischen Erdanziehung, deren Wirkungsgröße jedoch in gleichen Fernen von der Erde, um beträchtlich viel kleiner ist, als die der Schwere.

7) Ströhmt Wasser in ein Gefäß mit einer solchen Geschwindigkeit ein, daß es in demselben immer gleiche Höhe behält, während es unterhalb aus einer kleinen Oeffnung wiederum abfließt, so ist die Abfließungsgeschwindigkeit desselben gleich derjenigen Endgeschwindigkeit welche ein Körper erhalten würde, wenn er ausserhalb des Gefäßes ungehindert (also auch abgesehen vom Widerstande der Luft) von der Höhe der Wasseroberfläche im Gefäße bis zur Abfließungsoeffnung desselben herabgefallen wäre. Ein ähnliches Verhältniß der Geschwindigkeit zeigt auch die aus Blasebälgen und andern Gebläsen herausströhmende, durch den Zusammendruck des Balgs verdichtete Luft, welche beim Auseinanderbewegen des Balgs durch Nachfließen der Aussenluft wieder ersetzt wird, und sowohl zur Bestimmung dieser Ströhmungsgeschwindigkeit der Luft, als auch der in Windöfen und mehreren ähnlichen Vorrichtungen statthabenden Aus- und Einströhmungen der Luft und anderer Flüssigkeiten, desgleichen zur Beurtheilung der Ströhmungsgeschwindigkeiten des Wassers in Flüssen, Schiffgräben (Canälen rc.) ist obige Endgeschwindigkeitsbestimmung von Nutzen, und mit Berücksichtigung der übrigen in den erwähnten Fällen obwaltenden, die Ströhmungsgeschwindigkeit abändernder Umständen anwendbar.

8) In einer langen und hinreichend weiten mit Wasser gefüllten Röhre, fällt eine Bleikugel gemäß des Widerstandes des Wassers (der gleich ist dem Quadrate der Geschwindigkeit der fallenden Kugel multiplicirt mit dem Verhältniß der Dichtigkeit des widerstehenden Wassers zur Dichtigkeit der bewegenden Kugel, und der ausserdem noch durch die Anziehung des Wassers zur Kugel und dadurch vermehrt wird, daß die durch die Kugel fortgetriebenen Wassertheile am Fortfließen durch die übrigen zur Seite stehenden Wassertheile um so mehr gehindert werden, als die von oben hinauf das Wasser berührende Kugelfläche nichts weniger als sehr klein ist) mit gleichförmiger Geschwindigkeit.

§. 51.

Jeder wirklichen Bewegung, sofern sie das Bewegliche von der Erde entfernt oder es nicht zu derselben lenkt, setzt zunächst die Schwere der Erde ein Hinderniß entgegen, welches ununterbrochen wirkend jede gleichförmige Bewegung der Art in eine gleichmäßig verminderte verwandelt, die bei einer senkrecht aufwärts geworfenen Materie gleich ist: der gleichmäßigen Beschleunigung, welche die Materie erfahren haben würde, wenn sie in derselben Richtung abwärts, der Erde zu, sich bewegte hätte. Vergl. §. 50.

1) Eine dergleichen in lothrechter Richtung aufwärts geworfene Materie wird mithin am Ende ihrer Bewegung, wenn sie rückkehrend von ihrem Steigpunkte die Erde wieder berührt, eine eben so große Geschwindigkeit haben, als sie in dem Augenblicke hatte, da sie aufstieg.

2) Da die Schwere unaufhörlich wirkt, so wird auch die sonstige Bewegung einer Materie, wenn sie der Richtung der Schwere nicht entgegengesetzt ist, das Maaß der Einwirkung der Schwere auf die Materie nicht vermindern. Wenn daher z. B. ein lothrecht aufwärts geworfener Körper bis zur Widerkehr zur Erde noch einmal soviel Zeit braucht, als wenn er den Raum ungehindert nur durchfallen hätte, so werden hingegen z. B. zwey Kugeln gleichzeitig die Erde erreichen, von denen die eine von einer gegebenen Höhe lothrecht herunterfällt, während die andere von derselben Höhe aus in horizontaler Richtung geworfen wird.

3) Die Richtung einer fallenden Materie in die Erde hinab verlängert gedacht, würde in deren Mittelpunkt treffen, wenn sie eine wirkliche Kugel wäre; denn die gesammten gegenseitigen Anziehungswirkungen aller Theile dieser Kugel würden im Mittelpunkte derselben einander das Gleichgewicht halten, und dieser würde mithin zugleich der Schwerpunkt der Erde seyn. Die Erde ist aber keine Kugel, sondern fast ein Ellipsoid (und zwar um die kleine Axe) und die Falllinie eines Fallenden auf die Tangente an den Punkt, wo die Erde vom Fallenden berührt wird, ist normal; die Falllinie verlängert gedacht führt daher nicht in den Mittelpunkt, sondern weicht von der in diesen gezogenen geraden Linie um einen gewissen Winkel ab, der bei 45° am größten, nämlich 20' ist. — Uebrigens ist bei geringen Entfernungen zweyer Falllinien, die nicht über 30 Fuß auseinander sind, die Richtung der Schwere überall gleichlaufend (parallel) und auf großen ruhigen Gewässern nimmt man sie als überall senkrecht gehend an, indem man, von der ellipsoidischen Gestalt der Erde absehend und diese für eine Kugel nehmend die Meeresoberfläche als die wahre, sphärische Erdoberfläche betrachtet.— Die Ausdrücke: senkrechte oder lothrechte oder verticale Linie bezeichnen diese durch das Bleiloth zu findende Richtung der Schwere, und eine Fläche heißt horizontal, wenn sie auf der Richtung der Schwere senkrecht steht; und wenn sie von parallelen Falllinien begrenzt ist: eine Ebene, so wie jede in einer horizontalen Ebene gezogene gerade Linie: eine Horizontallinie.

4) Macht die Richtung eines fortgeworfenen Körpers mit der Richtung der Schwere einen Winkel, so beschreibt der Körper, gemäß der Zusammenwirkung seiner Bewegungsrichtung und der Ziehrichtung

der Schwere eine (die galileische Parabel genannte) krumme Linie.

§. 52.

Ein anderes, aus der verschiedenen Beschaffenheit der Materien entspringendes Hinderniß der Bewegung ist der Widerstand der Mittel (§. 36. Anm. 4.). Widerstand überhaupt nennen wir alles was (gemäß der Trägheit — beharrlich) gegenwirkt, und was daher selber als Gegenkraft und soweit diese wirkt, als Gegenwirkung betrachtet werden muß. Wirkung und Gegenwirkung (Action und Reaction), oder Kraft und Widerstand sind aber stets einander gleich, denn mehr Kraft als entgegengesetzt wird, bedarf es nicht um die Gegenkraft zu wältigen, oder um Aufhebung der Gegenkräfte durch Gleichgewicht zu bewirken. Sind daher Bewegungskraft und Widerstand (Gegenkraft) in oder an ein und demselben Körper vereinigt, oder wirken sie in demselben Beweglichen senkrecht gegeneinander, so bleibt der Körper in Ruhe.

1) Der gegen die Luft stoßende Dampf einer, in einem kleinen schwimmenden Schiffmodell befindlichen Dampfkugel (Aeolipila) treibt das Schiffchen zurück; diese Bewegung endet aber sogleich, wenn man den Widerstand nicht ausserhalb des Schiffchens (nemlich durch die Luft, deren Widerstand jene rückgängige Bewegung hervorbringt) sondern an demselben dadurch bewirkt, daß man ein dichtes Segel vor den herausfahrenden Dampf spannt.

2) Der zwischen den Fingern gedrückte Stein schmerzt durch Widerstand, der hier Widerdruck ist; derselbe Stein wird aber hinausgeschnellt, wenn die drückende (bewegende) Kraft der Finger nicht senkrecht, sondern schief gegen seine Oberfläche wirkt. — Auch gehört hieher das Zerschlagen der Steine in der Hand, das Schmieden auf der Brust, das Hinauftreiben der Axt auf den Stiel, das Rücklaufen der Kanone und das Stoßen der Schießgewehre nach dem Abfeuern, &c. zum Theil auch das Springen mit Sägespähn und Sandbesetzung; vergl. Deutsch. Gewerbsfr. III. N.° 47 u. IV. N.° 4. f. Uebung lehrt den Menschen Wirkung und Gegenwirkung gegeneinander abmessen.

3) Der Widerstand starrer Materien, an welchen, und fester Mittel, durch welche eine andere Materie bewegt werden soll besteht vorzüglich a) in der Cohärenz und Dichtigkeit derselben; und man mindert diese Art von Widerstand durch Erwärmung, Ausein-

anderzerren der Theile ꝛc. §. 23. Anm. 9. u. 10.; b) in der Reibung oder Friction durch Gegenstemmen, die mit der Rauhigkeit und dem Drucke wächst, und der Last, aber nicht der Größe der Flächen proportional ist; c) in der Reibung durch Gegenzug oder Adhäsion; deren Stärke im geraden Verhältniße der Größe und der Glätte der sich berührenden Flächen und des elektrisch-chemischen Gegensatzes (des Maaßes ihrer chemischen Ungleichartigkeit und daraus entspringenden Mischbarkeit) stehen, und durch Erwärmung in der Regel zu-, seltener abnimmt. Beide Reibungsarten werden geschwächt, wenn sich die Berührungspunkte der Reibenden vermindern. Gleitung und Schleiffung reibt mehr als Rollung; und vollkommene Rollung auf Walzen und Kugeln würde die Reibung bis auf ein Höchstgeringes vermindern. Beim Flaschenzuge (d. h. in zwey Kloben miteinander verbundene Rollen, um welche ein Seil gelegt ist) ist die Reibung sehr beträchtlich, noch mehr bei der Schraube, wo sie die volle Hälfte der Bewegungskraft verzehrt (jedoch bei viereckigen Schraubengängen weniger als bei scharfkantigen) und beim Keile (wohin auch Meissel, Beile, Messer, Scheeren ꝛc. gehören) am stärksten; gering hingegen und daher die bewegende Kraft nur dem geringsten Theile nach verzehrend ist sie bei dem Hebel, der Wage und auch beim Rade an der Welle, wenn die Zapfen sehr dünne sind. In letzteren Falle ist sie proportional dem Durchmesser der Zapfen, dem Gewichte und der Geschwindigkeit der Maschine; und d) in der Steifigkeit der Seile. Diese letztere wird durch die Natur der Seilsubstanz durch die Art der Verflechtung der einzelnen Fäden, durch die Dicke und die Berührungsfläche gegen die Rolle ꝛc. bestimmt.

4) Bei den flüssigen Mitteln hängt der Widerstand zuvörderst ab von der Gestalt des darin zu bewegenden Körpers; je größer der auf die Richtung der Bewegung senkrechte Querschnitt oder die Gegenfläche des Körpers ist, um so mehr flüssige Masse muß er aus dem Raume treiben, und um so weniger leicht kann die fortzubewegende Flüssigkeit ausweichen; zugleich vermehrt sich dadurch die Wirkung der Adhäsion (oben Anm. 3.) und die ohne dieselbe von der Mitte nach den Seiten mit mehr oder weniger gleichmäßig verminderter Geschwindigkeit ausweichenden, vom Körper bewegten Flüssigkeitstheile, bewegen sich in der bemerkten Richtung noch langsamer fort, weil sie sowohl an der unteren Körperfläche, wie auch an den Seitenflächen und auf der oberen Fläche des Körpers mit einer ihrer chemischen Zuggewalt entsprechenden Stärke haften, und durch letztere Haftung vom Körper selber nachgezogen werden §. 50. Anm. 8. Alles dieses vermehrt den Widerstand im Tropfbaren sehr beträchtlich und bei Gasen kommt hiezu noch der bei vermehrter Geschwindig-

keit des bewegten Körpers wachsende Zusammendruck und die im gleichen Verhältniß zunehmende Ausdehnsamkeit der Gase (Dämpfe und Lüfte); §. 22. 23. Anm. 10. u. §. 24. — Abgesehen von diesen Vermehrungen des Widerstandes flüssiger Mittel, ist derselbe gleich: dem Quadrate der Geschwindigkeit des bewegten Körpers multiplicirt mit dem Dichtigkeitsverhältniß der widerstehenden Flüssigkeit zum bewegten Körper (§. 49. Anm. 8.) oder er wächst in dem Verhältniß wie die Dichtigkeit des Mittels und das Quadrat der Geschwindigkeit des bewegten Körpers zunehmen. Auf den Widerstand der flüssigen Mittel gründet sich das Fliegen und das künstliche Schwimmen, die Bewegung mit dem Fallschirm, das Steuern mit dem Steuerruder (welches bei den Fischen durch Schwanz und Schwanzflossen, und bei den Vögeln durch die Schwanzfedern vertreten wird; vergl. Zachariä's treffliche Elemente der Luftschwimmkunst. Wittenberg. 1807. 8.); das Ricochettiren der gegen eine Wasseroberfläche geschossenen Kugel und der in schiefer Richtung gegen solche Fläche geworfenen Steine; ꝛc. — Wärme dehnt Tropfbare aus und schwächt dadurch den Zusammenhang ihrer Massen, mithin auch den Widerstand, den sie beim Zertheilen durch den bewegten Körper entgegensetzen, und der im Verhältniß ihrer Dichtigkeit und Zähigkeit (§. 23. Anm. 11.) steht. Wärme durch Zusammendruck der Gase, welche jeder darin bewegte Körper hervorbringt, die aber meist für uns unmerklich bleibt, erhöht die Ausdehnsamkeit der Gase; §. 24.

§. 53.

Wird ein Ruhendes, aber hinreichend Bewegliches, von einem Bewegten, oder ein Minderbewegtes von einem in gleicher Richtung Mehrbewegten getroffen, so wird letzteres auf ersteres stoßend dem ersteren (oder das Bewegte dem Ruhenden) von seiner Bewegung mittheilen, und dasselbe überhaupt fortbewegen, oder in größere Bewegung versetzen als es bereits hatte, nach denen §. 36. entwickelten Gesetzen. Verschieden von dieser Mittheilung der Bewegung durch Stoß ist die durch Druck insofern, als die Entstehung des Drucks ein Leibliches voraussetzt, welches erst, indem es ein Ruhendes berührt, bewegt zu seyn anhebt. Beide: Stoß und Druck erfordern zur Mittheilung der in ihnen wirkenden Bewegungen Mittheilungszeit; vergl. §. 36. Anm. 2.

1) Da beim Stoße die bewegende Kraft mit einer bereits gegebenen, beim Drucke hingegen mit einer erst beginnenden Geschwindigkeit sich äußert, und eben darum dieselbe Masse stoßend mehr wirkt als drükend, so laßen sich beide: die beträchtlich größere des Stoßes und merklich kleinere des Drucks, nicht füglich vergleichen, wiewohl die Wirkung jedes Stoßes vom Druck begleitet ist.

2) Der Druck ist entweder stetig oder unterbrochen; im lezteren Falle stets in Folge eines Stoßes (z. B. Hämmern, Schlages ꝛc.) eintretend. Der stetige Druck wirkt entweder bei unveränderten Berührungspunkten (z. B. beim „Zusammendruck" oder dem „Pressen") oder bei sich ändernden (z. B. beim Strecken, Walzen, Drathziehen ꝛc.). Durch den Druck werden Starre und eingeschlossene Ausdehnsame verdichtet, und erstere zerrissen (zerdrückt) entweder wenn der Druck vom Stoße eingeleitet wird, z. B. beim Zerreiben, oder wenn er nach einzelnen Richtungen wirkend, in diesen Richtungen größer wird als die Kraft des Zusammenhangs des Gedrückten ist, z. B. beim Zerdrücken einer Wachsfigur, eines Eyes ꝛc. Kann eine dem Zusammendrucke unterworfene Materie nicht ausweichen, so widersteht sie zulezt, nach Maaßgabe der in ihr wirkenden Dehnkraft und deren Ausdruck, in den Phänomenen der Federhärte und der Ausdehnsamkeit (§. 22. u. §. 33. Anm. 7.) jeder drückenden Gewalt (§. 9.). Beim Reiben und Zerreiben ändern sich die Richtungen des Drucks im Verhältniß der Geschwindigkeit, mit welcher gerieben wird.

3) Zusammendrückbar sind unter allen Leiblichen die Tropfbaren am wenigsten; neueren Untersuchungen zufolge soll indeß das Wasser, dessen Zusammendrückbarkeit im luftfreien Zustande sonst bezweifelt ward, bei 14° R. durch den Druck der Luft — um eine Größe seines Volums vermindert werden, deren Zahl zwischen 0,00012 und 0,00014 liegt; Oersted in Schweiggers Journ. XXI. 348. f. — Dem Drucke unterliegen nicht die Gemeinwesen: Licht und Wärme, und wahrscheinlich auch nicht die Urstoffe: +E und −E. — Wie die Schwere „Druck gegen die Unterlage" und dadurch Gewichtigkeit bewirkt, s. oben §. 6. Anm. 7 u. 8.

4) Da es kein Starres giebt, dessen Materie nicht mehr oder weniger federhart oder elastisch ist, so laßen sich die Geseze des Stoßes vollkommen elastischer Materien auch füglich auf den Stoß aller Starren anwenden, sofern das Maaß ihrer Elasticität bekannt oder bestimmbar ist. Bei weichen Materien gelten dieselben Geseze, welche beim Stoße der harten befolgt werden, nur daß die weichen

durch den Stoß ihren Raumsumfang ändern, ohne ihn wiederherstellen zu können, und daß in ihnen der Uebergang von einer Bewegung in die andere, oder von Bewegung in Ruhe minder plötzlich als in den harten, sondern mehr allmählig erfolgt; §. 23. Anm. 6.

5) Der Stoß geht entweder auf die Berührungsfläche des Zustoßenden senkrecht, oder er weicht von dieser Richtung mehr oder weniger ab; im ersteren Fall heißt er ein grader, im letzteren ein schiefer Stoß. Seine Richtung geht ferner entweder durch den Schwerpunkt oder „Mittelpunkt" des Gestoßenen (centraler Stoß) oder sie weicht von demselben ab und geht zu den Seiten des Gestoßenen aus (excentrischer Stoß). Die Gesetze desselben laßen sich am faßlichsten an Kugeln erläutern.

6) Wenn eine Kugel in einer geraden durch den Mittelpunkt der andern ihr gleichen Kugel gehenden Linie, also central, auf die andere stieße, so würden beide Kugeln, wenn sie nur hart oder nur weich und „ohne alle Elasticität" wären, entweder mit einerlei Geschwindigkeit nach einerlei Richtung fortgehen, oder beide ruhen, gemäß des Gesetzes, daß die nach dem Stoße verbleibende Bewegungsgröße, sich unter beide im Verhältniß ihrer Massen vertheilt. Wären hingegen beide Kugeln vollkommen (oder unbedingt) elastisch oder federhart, so würden sie sich mit einer Gewalt zusammendrücken, welche proportional ist der Stärke des Stoßes, und, nach dem Zusammendruck mit einer eben so großen Wirkungsstärke in ihre vorige Ausdehnung wieder zurückkehrend, sich mit einer, der Zusammendrucksgewalt vollkommen gleichen Ausdehnungsgewalt gegenseitig von einander treiben, oder was dasselbe sagen will, es würden beide mit verwechselten Bewegungsgrößen von einander abprallen. Folgende vier Hauptfälle können dazu dienen, alle hieher gehörigen Erscheinungen zu erläutern. a) Beide Kugeln sind hinsichtlich ihrer Massen und Geschwindigkeiten gleich und stoßen als solche von entgegengesetzter Richtung her central aufeinander; so werden sie beide nach dem Zusammenstoß mit derselben Geschwindigkeit von einander abprallen, mit der zuvor jede einzelne gegen die andere stieß. Haben sie hingegen in diesem Falle ungleiche Geschwindigkeiten, so wird die langsamere mit der Geschwindigkeit der schnelleren, und diese mit jener der langsameren Kugel zurückprallen; haben sie ungleiche Massen, so werden sie mit jenen gegenseitigen Veränderungen ihrer Geschwindigkeiten abprallen, welche aus der Verwechselung der Massenkräfte (diese als Theil der Bewegungsgröße be-

trachtet; §. 36.) für jede der Kugeln hervorgeht; die kleinere Kugel wird mit der größeren, die größere mit der geringeren Geschwindigkeit zurückspringen. b) Bewegen sich beide Kugeln bei einerlei Masse mit ungleicher Geschwindigkeit in derselben geradlinigen Richtung, so werden beide nach dem centralen Anstoßen mit verwechselter Geschwindigkeit in derselben Richtung, die gestoßene mit der Geschwindigkeit der stoßenden, und diese mit jener der gestoßenen, fortgehen; c) Sind die Massen beider Kugeln gleich, aber die eine Kugel ruht während die andere sich gegen sie bewegt und dieselbe central stößt, so kommt die stoßende, nach dem Stoß zur Ruhe, während die gestoßene mit der Geschwindigkeit der stoßenden, in der Richtung der ehemaligen Bewegung dieser letzteren fortgeht; d) sind dagegen im eben bemerkten Falle die Massen ungleich, so bekommt die „ruhende" Kugel eine Geschwindigkeit welche sich zur Geschwindigkeit der stoßenden Kugel vor dem Stosse verhält, wie die Masse der letzteren (anstoßenden) doppelt genommen, zur Summe der Massen beider Kugeln; und die stoßende Kugel erhält eine neue Geschwindigkeit, welche sich zu ihrer Geschwindigkeit vor dem Stoße verhält, wie die Differenz beider Massen zur Summe derselben.

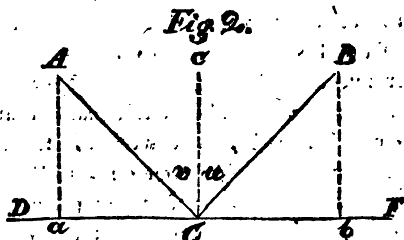
7) Werden mehrere Kugeln (z. B. steinerne oder elfenbeinerne) an Fäden so aufgehängt, daß sie sich in gleichen Höhen berühren und ein Centralstoß gegen die erste oder letzte derselben, sich als solcher durch die Mittelpunkte aller fortzupflanzen vermag, so wird jede der gestoßenen folgende Kugel, bis auf die letzte, eine gestoßene und stoßende seyn, die ganze Reihe der Kugeln wird daher durch den Stoß zwar erschüttert werden, aber nur die letzte wird abprallen. Läßt man hingegen zwey oder mehrere der ersteren Kugeln, sie zuvor entfernend gegen die anderen central stoßen, so werden eben soviel Kugeln am entgegengesetzten Ende abprallen, und zwar weil die ersteren Kugeln nicht wirklich gleichzeitig, sondern — wiewohl nach sehr kleinen Zeitzwischenräumen — nacheinander gegenschlagen; vergl. meine Bemerk. zu Gren's Naturlehre. 6te Aufl. §. 301. S. 185.

8) Die Wirkung des schiefen und excentrischen Stosses (z. B. beim Schneiden und Sprengen der Billardbälle) läßt sich durch das Parallelogramm der Kräfte (§. 48. Anm. 1.) aus dem geraden und centralen erläutern.

§. 54.

Stößt eine bewegte vollkommen federharte Kugel gegen eine ruhende, unbewegliche harte Ebene in senkrechter Richtung, so prallt sie in derselben Richtung, mit derselben

Geschwindigkeit, mit welcher sie aufstieß, wiederum zurück; bewegt sie sich hingegen in schiefer Richtung zur Ebene, z. B. Fig. 2.



die Kugel A geradlinig nach C gegen die Ebene D F, so prallt sie von derselben geradlinig nach B so zurück, daß der Rückprallungs= (oder Reflexions=) Winkel u, den ihre Abprallungslinie CB mit dem Einfallslothe c C macht, genau so groß ist, als der Einfallswinkel v, den ihre Anprallungslinie AC mit dem Einfallslothe c C machte.

1) Mit Hülfe des Parallelogramms der Kräfte ergiebt sich, daß AC die Diagonale der beiden Kräfte ist, deren eine für sich wirkend die Kugel in der Richtung A a, die andere in der Richtung A c (= a C) fortbewegen würde; vermöge der Elasticität welche in C rückwirkt, wird nun aber A a = C c, während C b bleibt, weshalb die Kugel von C aus nur in der Richtung CB (mit vollkommener Gleichheit von u und v) abspringen kann.

2) Denken wir uns soviel senkrecht über einander geschichtete elastische Kügelchen, als erfordert würden, um die ganze Fläche A c B b C a zu bedecken, jedoch so, daß keine der Kügeln fortgetrieben werden könnte, während sich je vier derselben so innig berührten, als ihre Gestalt es zuließe (wenn z. B. je sechs in ihrer Axe durchborten Kugeln auf einen Faden gezogen würden, und zwölf solcher sechskugeligen Fäden senkrecht von A bis B nebeneinander hingen) so würde ein der Kugel in A versetzter Stoß in der Diagonale A C sich durch sechs Kugeln bis C fortpflanzen (nach derselben Art, wie dieses bei den oben gedachten Kugeln §. 53. Anm. 7. der Fall ist) und von hier durch andere sechs in der Diagonale C B bis zur Kugel in B fortwirken. Dasselbe wird auch gelten, wenn gestaltlose, ausdehnsame Flüssigkeiten statt der 72 Kugeln innerhalb der Begrenzung A c B b C a gegeben wären, und eben so, wenn mit vorherrschender Repulsivkraft wirkende Gemeinwesen: strahlendes Licht und strahlende Wärme die Stelle der in der Diagonale A C befindlichen

Kugeln dergestalt vertreten, daß z. B. dem im C anlangenden Lichttheilchen unmittelbar ein zweites mit gleicher Geschwindigkeit bewegtes nachfolgte, und diesem ein drittes ꝛc.; das erste Lichttheilchen würde dann gleich der aus A kommenden Kugel (§. 53.) von der in C rückwirkenden Ebene nach B getrieben werden, und eben so das zweite, dritte ꝛc. ununterbrochen nachfolgende, mithin der ganze Lichtstrahl (oder statt dessen, der ganze Wärmestrahl). Was wir hier nur als möglich zeigten, weist die Beobachtung, wie wir späterhin sehen werden, als wirklich nach; denn strahlendes Licht und strahlende Wärme werden, wenn sie ungehindert gegen die reflectirende Ebene senkrecht (in der Richtung c C) einfallen, in derselben Richtung zurückgeworfen; fallen sie hingegen unter einem schiefen Winkel (z. B. in der Richtung A C) ein, so strahlen sie unter einem ihrem Einfallswinkel vollkommen gleichen Reflexionswinkel (z. B. in der Richtung C B) nach entgegengesetzter Richtung zurück (oder vielmehr ab).

3) Eben so bewähren die weiter unten zu erläuternden Phänomene des Wiederhalls und des Echo (innerhalb gewisser Zeitdauern statthabende Reflexion des Schalls) die oben (Anm. 2.) für die ausdehnsamen Flüssigkeiten ausgesprochene Möglichkeit, als wirklich; denn jene aus Stoß und Druck zusammengesetzte Gewalt, welche den Schall hervorbringt, pflanzt sich auf ähnliche Weise durch Gase (ausserdem aber auch durch Tropfbare und Starre) fort, wie der gegen eine der 72 Kugeln gerichtete Stoß oder Druck, und wird nach einem ähnlichen Gesetze von reflectirenden Ebenen, bei senkrechter Einhallsrichtung in sich selber, und bei schiefer Einhallsrichtung unter einem dem Einhallswinkel gleichkommenden Widerhallswinkel, nach entgegengesetzter Richtung zurückgeworfen.

4) Dieselben Gesetze gelten auch für die elastischen Kugeln, für Licht, Wärme und Schall, bei „erhaben" oder „vertieft" gekrümmten reflectirenden Flächen, und gleich wie z. B. mehrere gegen eine erhaben (convex) gekrümmte Fläche in parallelen Richtungen geworfene Kugeln, von derselben auseinanderfahrend (divergirend) und parallel gegen eine vertieft (concav) gekrümmte Fläche geworfen, von dieser zusammenfahrend (convergirend) rückprallen würden, so wird auch strahlendes Licht, strahlende Wärme und Schall (sog. Schallstrahlen) parallel einfallend; von einem erhabenen Spiegel „divergirend" und vom Hohlspiegel (Brennspiegel) convergirend zurückgeworfen, so daß im letzteren Falle die Strahlen oder die Schallwellen rückkehrend von der reflectirenden Fläche in einem Punkte vor dem Spiegel sich kreuzen, welchen man (in Beziehung auf die durch Vereinigung der Strahlen in diesem Punkte vermehrte Wirkung, besonders des

strahlenden Lichts — und auch der strahlenden Wärme) den Hauptbrennpunkt des Hohlspiegels nennt, und jenseits dessen die Strahlen mit verwechselter Richtung divergirend fortgehen. Nur diejenigen Strahlen oder Schallwellen, welche in der Richtung der Axe des erhabenen oder vertieft gekrümmten Spiegels senkrecht einfallen (und also verlängert gedacht, senkrecht durch den Mittelpunkt derjenigen Kugel gehen würden, von welcher der kugelig erhabene Spiegel ein Schnitt ist, und durch den Mittelpunkt jener Kugel schon beim Einfallen gegangen sind oder doch hätten gegangen seyn können, zu welcher der kugelige Hohlspiegel als Kugelschnitt gehört), gehen auch in derselben senkrechten Richtung wieder zurück, und heissen daher auch Axenstrahlen oder Axen-Schallwellen.

6) Auch die Fortpflanzung des Drucks durch ausdehnsame Flüssigkeiten erläutern die gestoßenen nebeneinander hangenden Kugeln §. 53. Anm. 7., und denken wir uns die 72 Kugeln (§. 54. Anm. 2.) in einer unverschiebbaren Lage, so werden sie den Stoß und jede Erschütterung nach jeder ihrer Berührungsrichtungen, gemäß ihrer Elasticität fortpflanzen können, fast so, als wenn sie eine überall zusammenhangende Masse bildeten. Vollkommener ist dieses der Fall bei wirklich zusammenhangenden Massen starrer und ausdehnsam flüssiger Materien; und die ersteren werden schon darum die Erschütterung schneller (und mit vollständigerer Beibehaltung der ursprünglichen Erschütterungsrichtung) fortpflanzen, weil ihre denkbaren sich gegeneinander stemmenden Theilchen, vermöge der Kraft ihres Zusammenhalts nicht ausweichen können; wie denn auch in der That der Schall durch starre Materien um ein beträchtliches geschwinder forthallt, als durch flüssige. Auch ist klar, daß eine Erschütterung um so stärker ausfallen und um so heftiger bewegend wirken muß, je mehr Masse ursprünglich und späterhin in gleichen Zeittheilchen davon getroffen wird; darum nimmt denn auch die Stärke oder Hörbarkeit des Schalles zu, im Verhältniß der grösseren Dichtigkeit des schallleitenden Mediums (d. i. des Mittels, durch welches sich der Schall bis zum Ohr fortpflanzt), und darum wird er schwächer in der verdünnten Luft, und hört ganz auf, d. h. wird gar nicht fortgepflanzt in der Leere, während hingegen Licht und Wärme auch die Leere durchstrahlen (§. 24.) und die einzelnen Elektricitäten sie durchströhmen (welches zugleich beweiset, daß Licht, Wärme und Elektricitäten nicht bloße Bewegungen der raumerfüllenden Materien, sondern wirkliche einzeln wirkende Wesen oder Mächte d. h. verbundene Kräfte sind, der Schall hingegen nur ein Bewegungsverhältniß, und daher die Annahme eines

Schallstoffs oder einer besonderen Schallkraft unzulässig ist. Daß aber nicht alles Materie ist, was durch die Leere hindurch wirkt, zeigt schon die Schwere, die magnetische Attractiv- und Repulsivkraft der ungleichnamigen und der gleichnamigen Pole eines Magnets und jede nicht blos mechanische Kraft, indem jene sämmtlich durch die Leere hindurch wirken).

6) Was die Stärke des Schalls befördert, kann zwar auch zum größeren Zeitverbrauch während jeder einzelnen Schallbebung und dadurch zur Verminderung der Zahl der einzelnen Bebungen innerhalb gegebener Zeiten, d. i. zur größeren Tiefe oder geringeren Höhe des aus regelmäßigen Bebungen (deren jede einzelne soviel Zeit verbraucht, wie jede der nachfolgenden) bestehenden Klanges, oder vielmehr der in bestimmten Zeitverhältnißen zu einander stehenden Klänge d. i. des Tons führen (wie denn auch wirklich z. B. die minder dichten Gase unter gleichen Umständen höhere Töne erzeugen, als die dichteren, Wasserstoffgas z. B. unter allen Gasen den höchsten Ton giebt, vergl. m. Experimentalphysik II. Cap. X. S. 711); indeß wird dieselbe Verschiedenheit der Töne auch dann hervorgehen müßen, wenn überhaupt die klingende Materie verkürzt oder verlängert, verdünnt oder verdickt, mehr oder weniger gespannt, oder mehr oder minder erhitzt ist, oder kürzer, wenn die klingende Materie verkleinert oder vergrößert wird.

7) Jede bis zu den Höhrnerven sich fortpflanzende und diese in Bebung versetzende Erschütterung wird (vom Bewustseyn begleitet) von uns empfunden als Schall. Die Zuleitung solcher Erschütterungen bis zu den Höhrnerven geschieht entweder durch das Gehörwerkzeug oder auch durch andere damit in Verbindung stehende Theile (z. B. durch die Zähne, Backenknochen rc.; auch wohl durch das ganze Knochengerüst) Vergl. Sömmering's Abbild. des menschl. Hörorgans. Frkft. 1805. Die Akustik (oder Phonik) ist die Lehre von den Empfindungen durch das Ohr und von denen Gesetzen, nach welchen sie erzeugt und verändert werden. Reine Töne (d. h. weder mit anderen Tönen noch mit Unklängen vermischte) entstehen durch sehr kleine, gleichgroße und daher gleichdauernde Bebungen (vergleichbar den Schwingungen der Pendel z. B. der Pendeluhren) oder Schwingungen gleichgroßer Körpertheilchen; Unklänge oder nicht klingende Schalle hingegen wahrscheinlich theils aus den Tonbebungen ähnlichen, theils aus denselben mehr oder weniger unähnlichen, ungleich großen und ungleich dauernden Erzitterungen. Nach der verschiedenen Beschaffenheit werden die Unklänge verschiedentlich bezeichnet; z. B. Geräusch, Getöse, Zischen, Schnarren, Knall rc.; letzterer entsteht jedesmal, wenn ausdehnsame Flüssigkeiten plötzlich und als bedeutende Massen

auseinander oder zusammenschlagen. Den Klängen nähert sich das Rollen des Donners, das Heulen des Sturms, besonders des Seesturms, das Summen gesellschaftlich fliegender Insekten und das Bräusen heftigen Wellenschlags. Dinge welche den Schall ursprünglich erzeugen, nennen wir Urschaller, jene welche ihn fortpflanzen: Mitschaller oder Medien des Schalls. — Die Eigenthümlichkeit der Bebung z. B. klingender Glocken läßt sich fühlen (z. B. durch die Fingerspitzen), und sichtbar machen z. B. durch ein neben der Glocke an einem Faden hängendes Siegellakkügelchen, und bei großen starkklingenden Glasglocken auch an diesen unmittelbar ersehen. Daß die Fortpflanzung des Schalles nicht immer einen hohen Grad von Elasticität voraussetzt, zeigen theils verschiedene starre Materien, z. B. Bleiplatten, theils die Tropfbaren, die als solche nicht ausdehnsam, sondern vielmehr zusammenziehend-elastische zu nennen sind (z. B. bei der Tropfenbildung aus Dampf), und dennoch den Schall sehr gut und besser wie die Gase fortpflanzen, wie schon das Hören unter Wasser lehrt. Ueber die Verschiedenheit und die Art der Bebungen des sich fortpflanzenden Schalls, mangeln zur Zeit noch Untersuchungen.

8) Nur wenn Stoß und Druck (z. B. beim Gegenschlagen des Klöppels gegen die Glocke, beim Streichen des Bogens gegen die Saite, des Fingers gegen den Rand eines Glases mit Wasser oder gegen die Harmonikaglocken, 2c.) auf an sich steife Körper (wie bei den Glocken, bei der Eisenvioline, der Strohfidel, den Zimbeln, Stimmgabeln, Glasscheiben 2c.) oder auf gespannte biegsame (durch Spannung gesteifte, z. B. Saiten der Geige, des Fortepiano, Felle oder Häute der Trommeln und Pauken 2c.) Körper wirkt, in denen entweder zwey Dimensionen gegen die dritte (wie bei allen fadenförmigen, klingenden Körpern) sehr klein sind, oder eine Dimension im Vergleich mit den anderen beiden sehr klein ist (wie bei allen flächenartigen Substanzen, z. B. bei Glocken, Scheiben 2c.), entstehen reine Klänge; sind hingegen alle Dimensionen gleich oder in Absicht auf Größe nicht sehr von einander verschieden, und die Theilchen des Körpers daher kaum oder so gut wie gar nicht frei beweglich, so erfolgen keine Klänge, weil die in der Stoß- und Druckrichtung liegenden Theilchen des Körpers nicht mit gleichförmiger Geschwindigkeit in Bewegung zu setzen sind. Da hiernach zugleich Beharren in der Gegenstellung der Theilchen und in der Begrenzung des In-Klang-zu-setzenden zur Klang und Tonbildung erfordert wird, so ist begreiflich, warum weder Tropfbare noch Ausdehnsamflüssige für sich des Urklangs oder der Tonentwickelung fähig sind. — Bei den „durch Spannung gesteiften tönbaren Körpern" ist es nur der durch die spannenden

Dinge begränzte Theil, welcher durch Stoß und Druck als Körperganzes **tönend schwingt**; jedoch können auch andere dem tönenden Ganzen entsprechende Theile zum **tönenden Mitschwingen** gebracht werden; z. B. die **Resonanz** verschiedener musikalischer Instrumente, das Mitklingen einzelner schwebender Glasglocken, gespannter Saiten anderer Instrumente, 2c. Versuche haben gezeigt, daß die durch Mittönen erzeugte Erschütterung bis zum Zerschmettern von Gläsern getrieben werden kann. Als Beispiel des nicht tönenden Mitschwingens dient das Zittern ganzer Häuser durch vorüberfahrende Wagen, 2c.

9) Den Versuchen mehrerer Physiker, insbesondere aber denen 1809 und 1811 von **Benzenberg** angestellten (**Gilberts** Ann. XLII. 1.) und jenen der Akademie d. Wiss. zu Paris (welche früher im Jahr 1738 unternommen wurden) zufolge, pflanzt sich der **Schall** bei Frostkälte mit einer Geschwindigkeit von 1027 paris. Fuß (in **einer** Sekunde) fort. Da nun das menschliche Ohr innerhalb einer Sekunde nur 8 Laute nacheinander einzeln zu vernehmen vermag, so müssen zwey Laute, wenn sie von uns einzeln nacheinander gehört werden sollen, während sie **gleichzeitig** entwickelt wurden, wenigstens in solchen Fernen von einander erzeugt werden, daß, wenn der eine in der Nähe des Ohrs entsteht, der andere mindestens 128,4 p. Fuß vom Entstehungsorte des ersteren entfernt hervorgebracht wird. Kommt der letztere Laut aus einer größeren Nähe, so wird er nicht mehr vom ersteren gesondert, sondern mit ihm zugleich von uns vernommen werden, und in diesem Falle die Stärke vermehren, mit welcher der erstere auf das Ohr einwirkte. Dieses auf das **Echo** (§. 53. Anm. 3.) angewendet, ergiebt sich, daß nur ein unterscheidbarer Widerhall des z. B. aus unserer Kehle entwickelten Lauts entstehen kann, wenn die Schallstrahlen dieses Lauts von reflectirenden Flächen gegen unser Ohr so zurückgeworfen werden, daß auf die Zeit des Hinhallens bis zur rückhallenden Fläche, und von da wieder bis zum Ohr zusammen $^1/_8$ Sekunde Zeit verstreicht. Die rückhallende Fläche muß also wenigstens $\frac{1028}{16}$ = 64,2 paris. Fuß vom Ohr entfernt seyn. Sind der rückhallenden Flächen mehrere gegen das Ohr gerichtete zugegen, so entsteht das **mehrsilbige**, und bei ungleichen Entfernungen derselben (von denen die nächste jedoch stets wenigstens 64,2 vom Urlaut absteht) das **vielfache Echo**. Hohlgekrümmte Flächen (z. B. Hohlspiegel, elliptische oder parabolisch gewölbte Säle, Thürme 2c. z. B. die Innenwölbung des Thurms der St. Paulskirche in London) werfen sämmtliche, zu ihnen gelangende Schallstrahlen nach gewissen Stellen zurück, gemäß denen oben Anm. 4. entwickelten Gesetzen.

10) Da der Schall in Gasen sich wellenförmig nach allen Richtungen

verbreitet, so muss seine Stärke bei freier Verbreitung wenigstens im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernungen abnehmen. Dieser Abnahme vermag man indeß auf mannichfache Weise entgegen zu wirken. Schon dadurch, daß man die Entwickelung des Lauts nach einer Gegend hin richtet, wird derselbe in dieser Richtung stärker und besser vernehmlich, als nach der zur Seite oder hinter dem Sprechenden liegenden Gegend; offenbar wirkt hier die Mundhöhle als eine die Schallwellen von den Seiten her umschließende Grenze; aber noch mehr wird diese Verstärkung eintreten wenn wir die Schallwellen nöthigen, bei ihrem Fortgange einen Cylinder zu bilden, oder eine mehr oder weniger kegelförmige Umgrenzung anzunehmen, wie dieses bei den Sprachröhren, den Schallleitungen durch lange, gerade oder gekrümmte, nur nicht winklich gebogene, am besten 2 bis 3 Zoll weite Röhren, und den Hörröhren der Fall ist. In allen dergleichen Vorrichtungen wird der Schall verstärkt, Theils durch die der Schall-Verbreitung sich entgegensetzende Einengung von Seiten der Röhrenwände, Theils durch die Reflexion der Schallstrahlen von den Wänden nach der Axe des Rohrs hin (weshalb z. B. eine der paraobolischen Krümmung sich nähernde Gestalt des Hörrohrs — die schon als solche dem Bau des Ohrs am besten zu entsprechen scheint — sehr schallverstärkend wirkt), Theils auch durch das Mitklingen der Röhrensubstanz selbst. Ein gutes Sprachrohr macht auf diese Weise den Schall einer starken Menschenstimme, in der Richtung der Axe des Rohrs, fast auf 2000 Fuß weit in freier Luft hörbar, und neuere Beobachtungen zeigten, daß derselbe durch 488 Toisen lange Röhren ungeschwächt fortgeleitet wurde; Biot in der Mem. de la Soc. d'Arc. II. Auch ruhige Wasserflächen verstärken den Schall Theils durch Reflexion der Schallstrahlen, Theils auch dadurch, daß die über ihnen lastende, den Schall fortflanzende Luft, von ziemlich gleichem Feuchtigkeitsgehalt und dadurch von nicht merklich wechselnder Dichte (bei gleichen Höhen vom Wasserspiegel) ist; denn was den geleiteten Schall vorzüglich schwächt, ist der öfters wechselnde Uebergang aus dünneren in dichtere Mittel; Gilbert's Ann. XLVIII. 66. Dergleichen Uebergänge wandeln auch oftmals den geregelten Klang in regelloses Geräusch um; z. B. klingt ein Glas mit schäumendem Champagner nicht, während es mit nicht schäumendem klaren Wein gleich andern hell und wohlklingt. (Verstärkung des Schalls in den gekrümmten Röhren, Kugelwänden und Trichtern der Vorrichtung zu dem sog. „unsichtbaren Mädchen" — Gilbert's Ann. XXVIII. 244 u. XXIX. 470., in den Röhren der künstl. redenden Köpfe, in den Wohnzimmern durch Reflexion der Wände; weshalb auch ein abgeschossenes Pistol im Zimmer stärker knallt als im

Freien, und weswegen sich in Zimmern mit weniger Anstrengung laut und deutlicher sprechen läßt, als unter freiem Himmel. Ausserordentliche Verstärkung des Knalls eines Pistol, durch Abschießen desselben gegen das in einer offenen Tonne stehende, dieselbe nur zum Theil füllende Wasser; ꝛc.

11) Die Verstärkung des Schalles durch starre Körper, beruht ausser der Eingrenzung der Schallstrahlen, auch auf der in ihnen statthabenden schnellen Leitung (oben Anm. 5). Um diese Art von Leitungsgeschwindigkeit zu bestimmen, bringt man einen Stab der in dieser Hinsicht zu prüfenden Substanz durch Streichen zum Tönen, und vergleicht die Länge dieses Stabes mit der Länge einer, einen gleich hohen oder gleich tiefen Ton angebenden Orgelpfeife (Voigt's Mag. I. 1. u. Gilbert's Ann. XXXV. 409.). Hiernach leitet Zinn den Schall 7 $^1/_2$; Silber 9; Kupfer beinahe 12; Eisen nahe an 17 Mal schneller als die atmosphärische Luft. (Biot fand daß eiserne Röhren den Schall 10 $^1/_2$ mal schneller fortbewegten, als die freie Luft; Mem. de la Soc. d'Arc. T. I.). Hieher gehörige Verstärkungen zeigen große silberne Löffel, Glasglocken ꝛc. welche an zu den Ohren führenden Fäden schwebend, z. B. mit einem hölzernen Hammer geschlagen werden, und zeigt die Erde, wenn man sich mit dem Ohr darauf legt, um Bewegungen auf derselben aus großen Fernen zu hören ꝛc. Ueber die Fortpflanzung des Schall's durch Tropfbare hat Perolle weiter zu prüfende Versuche angestellt; Gilbert's Ann. III. 168. Nach Laplace pflanzt sich der Schall durch nicht salziges Wasser 4 $^1/_2$ mal schneller fort, als durch die Luft.

12) Aus der Betrachtung der Wiederhalle durch Mitklingen (oben Anm. 8.) und aus offenen Röhren, scheint hervor zu gehen, daß der Schall vom ebenen, nicht mitklingenden Widerstande in Kugelflächen rückkehrt, welche jenen ähneln, in welchen er zur Ebene sich bewegte; die Reflexionswinkel würden in diesem Falle nur die veränderte Richtung nach dem Mittelpunkte der Kugelflächen zeigen. Bei der in der Luft fortwirkenden Schallschwingung sind nemlich Verdichtung und fortschreitende Bewegung verbunden, und Wiederhall erfolgt, sobald beim Rückgange der Schallwellen nicht beide zugleich = 0 werden. Uebrigens werden die Schallwellen nach Maaßgabe der größeren Härte und Glätte von der rückwirkenden Oberfläche zurückgeworfen; daher hallen große Säle, Kirchen und neue, glattwändige Häuser vorzüglich wieder, und umgekehrt wird der Widerhall und damit die Verstärkung des Lauts in denselben sehr geschwächt, durch weiche und rauhe Oberflächen, von denen man daher auch sagt: sie dämpfen den Schall; z. B. wollene Fußteppiche der Stuben, mouselinene oder tuchene Wände-

bekleidungen; Baumwolle als Unterlage für stehende, stark tönende und den Fußboden zum Mitschwingen bringende Instrumente; z. B. Steub's „Melodion", welches so stark tönte, daß — als ich es im Jahr 1814 in London hörte — der Fußboden eines großen Zimmers und das Knochengerüste jedes einzelnen Anwesenden zum fühlbarsten, von der Sohle bis zum Wirbel erschütternden Schwingen gebracht, und meinem Vorschlage gemäß, durch starke Unterlagen von roher Baumwolle und Wolle in dieser seiner Wirkung merklich geschwächt wurde.

13) Am einfachsten laßen sich die Gesetze des Schallschwingens erläutern an Saiten, als Vertretern der fadenförmigen, und an Glasscheiben, als Vertretern der flächenartigen klingenden Körper; oben Anm. 8.

§. 55.

In sämmtlichen durch Stoß und Druck zur Tönung gebrachten Körpern, zeigen sich ausser den schwingenden Stellen auch ruhende; erstere nennen wir Schwingungsbogen, letztere Schwingungsknoten. Erstrecken sich die Schwingungsbogen durch die ganze Ausdehnung einer Saite (ganze Schwingungen), so bleiben während des Schwingens nur die beiden Endpunkte in Ruhe, zwischen denen sie eingespannt ist; ist die Saite hingegen in irgend einem Theile von einem nicht schwingenden Körper unterstützt oder belastet, so ruht sie während des Schwingens nicht nur in diesem Theile, sondern auch in allen denjenigen, welche die Endpunkte eines Längenstücks der Saite begrenzen, das dem ursprünglich in Schwingung gesetzten (jenseits der belasteten oder unterstützten Stelle liegenden) Stücke hinsichtlich seiner räumlichen Ausdehnung gleichkommt. Die schwingende Saite theilt sich dann in mehrere gleichgroße, für unsere Wahrnehmung gleichzeitig schwingende Bögen (theilweise Schwingung), deren keiner den anderen stört, von denen je zwey nach entgegengesetzter Richtung schwingen (der eine aufwärts, der andre niederwärts, oder was dasselbe sagt — der eine nach der einen, der andere nach der anderen Seite der tönenden Saite) und von denen jeder einzelne denselben reinen Ton hervorbringt, den der andere erzeugt, und stets die Mitschwingung aller anderen zu erregen vermag. Jeder einzelne Bogen wirkt hiebei für das nächste gleichgroße Stück der Saite, nach

dem Gesetze des schiefen Stoßes der elastischen Materien (§. 54.), und dort wo die Enden je zwey solcher nach entgegengesetzten Richtungen schwingender, gleichgroßer Bogen sich begrenzen, erzeugen sie, durch Gleichzeitigkeit der Bewegung ihrer zugehörigen Saitenstücke, vermöge der Entgegengesetztheit ihrer Dehngewalten: Ruhe und unveränderte (weder nach der einen noch nach der anderen Seite hin erweiterte) Lage der an dieser Stelle gegebenen Theilchen der Saite, und damit den sog. Schwingungsknoten, d. i. einen freien, erzwungen ruhenden physischen Punkt der Saite, deren so viele vorkommen, als in der Saite Begrenzungen entgegengerichteter Schwingungsbogen gegeben sind. Saiten, welche ohne Schwingungsknoten nur ganze Schwingungen machen, geben den für sie möglichst tiefsten Ton; theilweise schwingende Saiten entwickeln um so höhere Töne, je öfter sie sich in entgegengerichtete Schwingungsbögen theilen, oder je mehr Schwingungsknoten sie bei gleichen Längen, Dicken und Spannungen (oder spannenden Gewichten) darbieten.

1) Versuche mit dem Monochord (Fischer's hieher gehörige Bemerk. in dem Mag. d. Gesellsch. naturf. Freunde in Berlin. Berlin. 1810. 1.) können zur Erläuterung dienen. Die Töne zeugenden Schwingungen klingender Körper sind entweder transversal, d. h. mit nach den Seiten der Axe gerichteten Schwingungsbögen, oder longitudinal, d. h. den klingenden Körper der Länge nach abwechselnd verkürzend und verlängend, oder drehend, d. h. abwechselnd von der einen nach der anderen Seite in schraubenförmigen Richtungen um die Axe. Die Seitenschwingungen sind die häufigsten; die Längenschwingungen entstehen vorzüglich in der Länge nach geriebenen Stäben, und in den in langen Röhren (z. B. Blasinstrumenten) eingeschloßenen Luftsäulen (welche entweder durch einen schnellen, zur engen Oeffnung einstoßenden Luftstrohm, oder durch Spaltung an einer scharfen Ecke, oder und vorzüglich durch schwingende, einander nahe, dünne Blättchen bewegt werden); die Drehschwingungen erfolgen durch Reiben der Stäbe in schraubenartigen Richtungen. — Wo eine oder zwey dieser verschiedenen Schwingungsgattungen der anderen sich beimischen, entstehen jene Besondernheiten der Töne, welche nicht von der Höhe oder Tiefe derselben abhängig sind, und deren Gegebenseyn auch dieselben Töne von einander unterscheiden läßt, je nachdem sie in verschiedenen Instrumenten und Stimmorganen erzeugt wurden.

2) Chladni, der sich in unsern Zeiten um die gesammte Akustik die ausgezeichnesten Verdienste erworben hat, wie seine classischen Werke: Akustik ꝛc. Leipzig. 1802. 4. u. Neue Beiträge zur Akustik, Leipz. 1817. zeigen, giebt in dem letztgenannten derselben (S. 61) folgende Uebersicht der klingenden Körper und ihrer Schwingungsgattungen.

Sie sind elastisch, entweder:			Sie schwingen:
an sich — durch innere Steifheit	fadenförmige	gerade (Stäbe, Saiten ꝛc.)	transversal longitudinal drehend
		gekrümmte: (Ringe, Gabeln ꝛc.)	
	membranenförmige	gerade: (Scheiben)	meist transversal
		gekrümmte: (Glocken)	
oder durch Druck;	Gase (Lüfte, Dämpfe) . . .		longitudinal und transversal
oder durch Spannung	fadenförmige		transversal
	membranenförmige . . .		longitudinal.

3) Vergl. damit oben Anm. 8. Die Tonhöhe, die sich, wie Euler zuerst zeigte, verhält wie die Zahl der Schwingungen, ist bei den Saiten abhängig von deren Länge, Dicke und Spannung. Bei nur ungleichen Längen einer Saite (und übrigens vollkommener Gleichheit) verhält sich die Schwingungszahl, in gleichen Zeiten umgekehrt wie die Längen; bei nur ungleichen Dicken umgekehrt wie ihre Durchmesser, und bei nur ungleichen Spannungen, wie die Quadratwurzeln der spannenden Gewichte, oder der Spannkräfte. Die ganz schwingende (sonst gleichbleibende) Saite in Hälften getheilt (z. B. durch ein Steg, oder durch den Druck des Fingers, oder durch wirkliches theilendes Verkürzen) giebt die Octave des Grundtons, den die ganzschwingende Saite gab, d. h. die Hälfte der Saite macht in derselben noch einmal so viel

Schwingungen, als die ungetheilte Saite hervorbrachte. Hiernach verhalten sich die Zahlen der Schwingungen oder die numerischen Werthe der Töne, bei den darunter angegebenen Längen, wie folgt:

	Grundton.	Sekunde.	Große Terz.	Quart.	Quint.	Sext.	Septime.	
Töne	C	D	E	F	G	A	H	c
Längen	1.	$^8/_9$.	$^4/_5$.	$^3/_4$.	$^2/_3$.	$^3/_5$.	$^8/_{15}$.	$^1/_2$.
Num. Werthe	1.	$^9/_8$.	$^5/_4$.	$^4/_3$.	$^3/_2$.	$^5/_3$.	$^{15}/_8$.	2.

Fragt man: nicht welches Zahlenverhältniß, sondern welche Zahl von Schwingungen dann nun jedem einzelnen von diesen Tönen zukomme, so antworten darauf Chladni's mit gespannten Stäben, (deren Schwingungszahl sich umgekehrt verhält, wie das Quadrat ihrer Längen) angestellten Versuche daß zu folgenden Tönen und Längen der Orgelpfeifen, untenstehende Schwingungszahlen gehören:

C	C	C	C	c
der 32 füßigen Pfeife	der 16 f. Pf.	große	ungestrichene	eingestrichene
32 Schwingungen	64	128	256	512

Der tiefeste hörbare Ton hat also 32, der höchste vernehmbare wahrscheinlich 16384 Schwingungen (= dem sechsgestrichenen c). — Hiemit stimmt Biot's Bemerkung, daß ein schwingender Körper, wenn er in einer Sekunde 32 Schwingungen macht, einen hörbaren Ton giebt, der übereinstimmt mit jenem, welchen die Resonanz einer 32 Schuh langen Röhre erzeugt; Biot: Traité de Phys. II. p. 215. Obige Anordnung oder Zusammenstellung der Töne in der bemerkten Folge, heißt die Musikskale oder Tonleiter.

4) Vermag man die Verhältniße der gleichzeitig zwey Tönen angehörenden Schwingungen in den kleinsten ganzen Zahlen bis zur 6 und deren Verdoppelungen anzugeben, so sind die Töne consonirend (zusammenstimmend); werden hingegen zu solcher Vergleichung größere Zahlen als die 7 erfordert, so sind sie dissonirend (nicht zusammenstimmend). Hieraus leitet man in der Theorie der Musik den harmonischen Dreiklang und die Octave ab.

5) Jeglichen Ton's Verhältniß zur Harmonie (Mitstimmung des Ganzen) nennt man Grundton, zum andern einzelnen Ton: die Tonica (Mitstimmung des Einzelnen) und der Tonica zu jedem anderen Tone: ein Intervall. In jedem besonderen Tonstücke sind in eigenthümlichen Folgen mehrere harmonirende oder disharmonirende (mit- oder gegenstimmende) Intervalle zu einem musikalischen Ganzen verbunden.

6) Zwischen dem Grundton und demjenigen der das Doppelte (oder

die Hälfte) der Grundton's-Schwingungszahl zu seinem Werden heischt, liegen die übrigen Töne jedes einzelnen Tonsystems, z. B. die oben genannten des gegenwärtig fast allgemein angenommenen (Anm. 3.), bei dem zwischen jeder Tonica und deren Octave eilf (in sechs ganze und fünf halbe Töne getheilte) Intervalle liegen, deren je zwey aufeinander folgende ganze Töne zwischen sich noch 9 sogenannte Commata unterscheiden laßen. Sucht man zwischen den numerischen Werthen (Anm. 3.) 1 und ½ (des Grundtons und der Octave) eilf mittlere geometrische Verhältnißzahlen, so erhält man die gleichschwebende Temperatur, in der keins der Intervalle ganz rein ist, und die dazu dient, für jede einzelne Tonica das demselben entsprechende Verhältniß der Töne zu temperiren; dieses auch bei der menschlichen Stimme und einigen Blasinstrumenten leistet, bei andern aber (vorzüglich bei Saiteninstrumenten) durch die ungleichschwebende Temperatur des Kirnberger zu gleichem Zwecke vertreten werden muß.

7) Wären die numerischen Werthe von C : E = D : F = E : G u. f. d. h. wäre der Ton F, so die große Terz von D, oder G von E, wie es E von C ist (Anm. 3.) so würde es weder der einen noch der anderen Temperatur bedürfen, und jeder Hauptton würde dann in den ihm folgenden Tönen dieselben Tonverhältniße haben, wie sie C in den übrigen Tönen hat; da dieses aber gemäß der oben Anm. 3. bemerkten numerischen Werthe nicht der Fall ist, so mußte man, damit jeder Ton innerhalb einer Octave zum Grundton angenommen werden könne, zwischen den sechs ganzen oder診Haupttönen noch fünf halbe oder Nebentöne: Cis, Dis, Fis, Gis, B einschalten, wie nachfolgende Zusammenstellung der beiden Temperaturen, nach den Zahlenwerthen ihrer Saitenlängen, und nach der Anzahl der dazu gehörigen Schwingungen zeigt:

	Seitenlängen.		Schwingungen.	
	Gleichschwebende Temp.	Ungleichschwebende Temp.	Gleichschweb. T.	Ungleichschweb. T.
C	1,0000	1,0000	128,0	128,0
cis	0,9438	0,9492	135,6	134,8
D	0,8909	0,8888	143,6	144,0
dis	0,8409	0,8437	152,2	151,7
E	0,7937	0,8000	161,2	160,0

Seitenlängen.			Schwingungen.	
Gleichschwebende Temp.		Ungleichschwebende Temp.	Gleichschweb. T.	Ungleichschweb. T.
F	0,7491	0,7500	170,8	170,6
fis	0,7071	0,7111	181,0	180,0
G	0,6674	0,6666	191,8	192,0
gis	0,6299	0,6328	203,1	202,2
A	0,5946	0,5963	215,2	214,6
b	0,5612	0,5625	228,0	227,5
H	0,5297	0,5333	241,1	240,0
c	0,5000	0,5000	256,0	256,0

8) Melodie nennt man jenen in gewissen Zeitabschnitten (Tacten) gehaltenen, schneller und langsamer aufeinander folgenden Wechsel einfacher und zusammenstimmender (harmonischer) Töne, wodurch dieselben (mit den zwischen ihnen statt habenden Intervallen) sich als zu einem musikalischen Ganzen (oder Zusammensetzung, Composition) gehörend, oder dasselbe darstellend, vom musikalischen Ohre erkennen laßen. — Dem natürlichen Gesange der Vögel fehlen die Intervalle, welche die Folge der Töne zur Musik erheben. Dieser wird ihre rhytmische Bedeutung, so wie der Sprache ihre natürliche deklamatorische durch die innige Verbindung mit dem Zeitmaaße unsrer einfachsten und innersten Lebensanregungen. Denn dieselbe Luft welche uns den Athem gewährt, der die Sprache bringt und ohne die unser Leben unmittelbar endet, die ist es auch, welche dem Ohr jene Bebungen zuführt, die zu Tönen verbunden mehr oder weniger unser Lebensgefühl beherrschen, und die — wenn gleich tief und stark empfunden — dennoch unserem anschauenden Geiste als in sich vollendetes, und unendlicher Mannichfaltigkeit fähiges Kunstganzes klar werden.

9) Die menschliche Stimme selber ist es, welche die reinsten und vollendesten Töne zu entwickeln vermag, die der Kunstsinn des Menschen und die schöpferische Kunstweisheit seines Geistes zur Welt der Töne und zum Leben des Gesanges innig verbündet.

10) Das tönende Organ der menschlichen Stimme geben, vermittelst der durchgedrängten Luft, die beiden Bänder im Kehlknopfe, welche die Stimmritze bilden. Diese Bänder sind bei Kindern und Frauen viel kürzer als bei Männern; daher die Stimme der letzteren tiefer

und dumpfer, die der ersteren höher und heller. Beim Jünglinge vergrößern sie sich mit dem 15ten oder 16ten Jahre und erlangen binnen kurzem fast das Doppelte ihrer Länge. Die Bewegung des Kehlkopfs und die bis auf einen gewissen Grad mögliche Verengung und Wiedererweitung des tönenden Organs, erzeugen die Möglichkeit in den Höhen und Tiefen der Töne zu wechseln, und geben der Stimme ihren Umfang; vergl. Young's und Vieth's Untersuchungen in Gilbert's Ann. XXII. 249 u. 337 u. Sömmering's Abbild. d. menschl. Geschmaks- und Sprachorgane. Ffft. 1805. Die Art wie dabei durch verschiedenes Gegenpressen der Luft die Zahl der Schwingungsknoten und damit die der höheren und tieferen Töne wechselt, scheint jener zu ähneln, welche durch verschiedenen Andrang der Luft gegen die Saiten der Aeolsharfe so endlos mannichfältige Theilungen der schwingenden Saiten und diesen entsprechende Tonverschiedenheiten hervorbringt. — Beim Bauchreden wird die Luft nicht ausgestoßen, sondern eingezogen und bei vollkommener Ruhe der äußeren Sprachorgane, durch innere Muskelbewegung Höhe, Tiefe und Richtung der Töne mannichfach verändert; Gilbert's Ann. XXXVIII. 96. — Die heulenden Töne der sog. chemischen Harmonika (Wasserstoffgas welches in atmosphärischer Luft verbrennt, welche in offenen Glascylindern enthalten ist, die man so gelinde auf und nieder bewegt, daß die Flamme von den Glaswänden umschlossen bleibt) sind Schwingungen des durch Erhitzung ausgedehnten, durch Sauerstoff Verzehrung von Seiten der Flamme und durch Nachfließen ausserer Luft bewegten Luft des Glascylinders. Aether- und Alkoholflamme kann hiebei die des Wasserstoffs ersetzen. Vergl. Zennek in Schweigger's Journ. XIV. 1.

11) Um an fadenförmigen klingenden Körpern die Schwingungsknoten nachzuweisen, dient eine auf einem Resonanzboden gespannte, mittelst eines Stegs z. B. bei 1/4 ihrer Länge unterstützte Saite, welche man an ihrem kürzeren Ende diesseits des Stegs in Schwingung setzt, während sie zuvor überall mit kleinen Papierschnitzeln behangen oder mit Bärlapsaamen (Lycopodium) vollkommen bestäubt wurde; überall wo in dem längeren Ende Schwingungsknoten entstehen (unter obiger Stellung des Stegs, also ausser der das Steg bedeckenden Stelle noch an zwey gleich weit von einander entfernten Stellen) bleiben Schnitzel und Staub in Ruhe, von den übrigen Stellen fliegen sie hingegen ab.

§. 56.

Werden mit Lycopodium, oder feinem trocknen Quarzsande, oder Eisenfeil bestäubte flächenartige Körper zum

zum Klingen gebracht, so bilden die physischen Punkte der Schwingungsknoten zusammenhängende (in der Regel hyperbolisch gekrümmte) Linien, zu deren Seiten die Schwingungsbögen nach einander entgegengesetzten Richtungen fortgehen, und die bei fortgesetzter, mehr oder weniger heftiger Erklingung sich entweder begegnen (und in diesem Falle Hyperbeln mit entgegengesetzten Scheitelpunkten bilden) oder unter gewissen Winkeln sich schneiden, und so die schwingenden Flächen begrenzend, Klangfiguren darstellen, die um so zusammengesetzter erscheinen, je höher der Ton war, durch welchen sie bei ein und derselben Scheibe hervorgebracht wurden. Vergl. Chladni a. a. O. §. 102. f. u. Oersted in Gehlen's Journ. VIII. 226. 233. 241. f.

1) Sehr leicht laßen sich diese Figuren sowohl auf gläsernen, wie auf messingenen und auch auf hölzernen (Resonanzbodenholz) Scheiben mittelst eines Stativs darstellen, welches Fig. 16. Taf. III. des II Bandes m. Grundr. d. Experimentalphysik. Heidelberg. 1810. 8. abgebildet ist, oder auch mittelst gläserner mit Glasfüßen versehener Teller, deren erhabener Rand zugleich die Möglichkeit zuläßt: aufgegossenes Wasser und andere Flüssigkeiten mittelst des Geigenbogens in Schwingung zu versetzen; vergl. m. Experimentalphysik. S. 698. Sonst pflegt man dergleichen bestäubte Scheiben auch zwischen kleine zugespitzte Korkstöpsel mittelst zweyer Finger der linken Hand zu klemmen, während man den entgegenstehenden Rand der Scheibe, durch gleichmäßiges Streichen mit dem Bogen in Schwingung versetzt.

2) Je mehrfach dieselbe Scheibe unterstützt wird, je mehr theilende Schwingungsknotenlinien bilden sich auf ihr, je zusammengesetzter wird die Figur und um so höher ist der sie erzeugende Ton. Auf die Abänderung der Figur hat ausserdem vorzüglichen Einfluß die Gestalt der Scheibe, die Richtung, in der gestrichen wird (ob senkrecht oder schief gegen den Rand) und die Dämpfung, welche die Staubsubstanz durch ihre eigene Last zu Wege bringt. Chladni wurde durch eine Bemerkung Lichtenberg's zur Entdeckung der Klangfiguren veranlaßt; aber schon Galilei kannte ähnliche Erscheinungen; Op. di Gal. Galilei. Pad. 1764. III. 59. Oersted (a. a. O.) machte auf die dabei stattfindende entgegengesetzte Elektrisirung der schwingenden und der ruhenden Stellen der Scheibe aufmerksam und meinen Beob. gemäß, schien diese zur Zersetzung des blausauren Ammoniaks hinzureichen; m. Einleit. in d. n. Chem. S. 105. No. 13.

3) Die Entdeckung der Klangfiguren führte zur Erfindung der Streichwalze und dadurch zu der verschiedener musikalischer Instrumente z. B. des Chladnischen Clavicylinders, des Dietzschen Panmelodions, des Buschmann'schen Terpodions, des Steu'bischen Melodions und des Kaufmann'schen Harmonichords; im Cölison des Maslosky scheint ebenfalls die Streichwalze der Tonerreger zu seyn.

4) Die Geschwindigkeit des Schalls verhält sich zu der des heftigsten Stürms in der Erdatmosphäre ohngefähr wie 12 zu 1; auf den übrigen Planeten dürfte (wenn dasselbe Verhältniß der Windschnelle zur Schallgeschwindigkeit dort statt findet, wie auf der Erde) das Schalleitungsvermögen ihrer Atmosphären zum Theil beträchtlich größer seyn, als das unserer Luft (was auf einen anderen Gehalt und auf leichtere Gase in jenen Atmosphären schließen läßt), denn es übertreffen die atmosphärischen Bewegungen auf mehreren von der Sonne über die Erde hinaus entfernten Planeten, die Schallgeschwindigkeit unserer Luft um 7 bis 11 mal.

5) Sollte es sich bestätigen, daß jede Schallschwingung — wenn auch nicht mit merkbarer Aenderung des Wärme- und Lichtverhältnißes, doch mit Erregung der Elektricität und dadurch möglicher Weise auch mit Aenderung des chemischen Verhältnißes der schwingenden Substanzen nothwendig verknüpft sey, so würden hiemit bei jedem Schalle alle Elemente in Bewegung gesetzt, durch deren Wirken die Aenderungen der Eigenschaften und Beschaffenheiten leiblicher Dinge zunächst bedingt sind, und jedes gesprochene Wort erhielte dann neben der beabsichtigten noch eine physische und zur schöpferischen anstrebende Bedeutung.

§. 57.

Da bei jeglicher Schallerregung ausser der bewegenden Kraft des Drucks oder Stoßes noch die Kräfte der Elasticität und des Zusammenhaltes der schallenden Materie unmittelbar nacheinander, und bei der Schalleitung miteinander wirken, und da die Richtung der letzteren Beiden (durch den Druck oder Stoß aufgeregten, und diesen stetig entgegenwirkenden Kräfte) vermöge der Ausdehnung und des Zusammenhangs der schwingenden Masse mit jener des Drucks oder Stoßes unter Winkeln zusammentrifft, so erklärt sich schon hieraus, mit Berücksichtigung des §. 46. entwickelten, warum die Schalllinie eine krummlinige Bahn ist, die als solche wenigstens zwey verschiedene Bewegungskräfte zu ihrem Entstehen heischt (vergl. a.

a. O.) und die mithin in diesem wesentlichen Theile ihrer Entstehungsbedingungen übereinstimmt mit jenen der Bahn eines in horizontaler Richtung geworfenen Körpers; s. oben §. 52. Anm. 4.

§. 58.

Wie bei der Wurfbewegung die Schwere, als die eine der bewegenden Kräfte den Körper zum Schwerpunkte der Erde treibt, während ihn die ihm ertheilte Wurfgewalt als die andere Kraft unter irgend einem Winkel von der Schwererichtung abtreibt, so wirken auch in jedem Augenblicke auf jedes denkbare Theilchen der sich um ihre Axe schwingenden Erde (§. 17. Anm. 4.) zwey entgegengesetzte Kräfte ein, von denen die eine das Theilchen zur Erde treibt, während es das andere davon zu entfernen strebt. Die Bahn, die ein dergleichen Theilchen binnen 24 Stunden wirklich beschreibt, ist eine kreisförmige; die für sich gedacht die Annahme nöthig macht, daß die eine der Kräfte das in dieser Bahn Bewegte nach dem Mittelpunkt des Kreises treibe und daher Centripetalkraft zu benennen sey, die andere hingegen es davon entferne und darum Centrifugalkraft benannt zu werden verdiene, beide aber Centralkräfte zu benennen seyen.

§. 59.

Hörte die Centripetalkraft auf den im Kreise um den Mittelpunkt sich bewegenden Körper zu wirken auf, so würde die dem Körper zuvor durch die Zuggewalt des ruhenden Mittelpunkts ertheilte Zugrichtung nur noch zufolge der Trägheit als Endgeschwindigkeit des Zuges von dem Körper verfolgt und durch Gegenwirkung der in demselben Zeitmomente gegebenen Endgeschwindigkeit des Flugs, zur gleichförmigen Kreis- oder Schwungbewegung gebracht werden können, wenn die Flugkraft ebenfalls nicht weiter erneuet würde; fände hingegen jenseits des Aufhörens der Wirksamkeit der Zugkraft nach wie vor ununterbrochene Erneuung der Einwirkung von Seiten der Flugkraft statt (z. B. schwänge die Erde noch um ihre Axe, während ihre Theile in der Zugrichtung zum Schwerpunkt der Erde nur noch vermöge der Trägheit, aber nicht mehr vermöge der sich sonst ununterbrochen erneuenden Schwerkraft getrieben würden)

so würde die Richtung des nun nur noch von der erneueten Flugkraft getriebenen Körpers mit der zuvor von denselben durchlaufenen Kreisbahn eine Tangente bilden, und die Flugkraft würde dann Tangentialkraft zu benennen seyn (die Theile der Erde würden sich in diesem Falle in Richtung der Tangente vom Erdmittelpunkte entfernen).

1) Da die Erde wirklich fortdauernd um ihre Axe schwingt, ohne daß ihre Theile von ihr in der Richtung der Tangente mit ihrer Bahn entfernt werden, so beweißt dieses dem Obigen zufolge, daß die Erdschwere sich ununterbrochen erneuet; denn wirkte die Schwere nur nach Art der Wurfkraft (oder einer ähnlichen jenseits ihrer Einwirkung auf den davon getroffenen Körper nicht wieder erneueten Kraft) nur zufolge der Trägheit in den Erdtheilchen fort, so müßte sie durch die mittelst jeglichen Umschwunges sich stets erneuende, und mithin mit gleichmäßiger Beschleunigung wirkende Flugkraft zerstieben. Sowohl der fallende als der um die Erdaxe schwingende Körper werden mithin gleichmäßig beschleunigt bewegt, und da jedes Fallende zugleich ein mit um die Erdaxe schwingendes ist, so ergiebt sich, daß es von zweyen, während des Fallens stets erneuten beschleunigenden Kräften getrieben wird; von denen die eine (die Schwere) die überwältigende ist. Würde der Körper hingegen so hoch geworfen, daß beide Kräfte gleich stark auf ihn einwirkten, so würde er gleich dem Monde die Erde umlaufen.

2) Was den im Kreise bewegten Körper oder die Theile der um ihre Axe sich drehenden Erde in der Umschwungsrichtung erhält, die Schwungkraft, ist mithin nicht eine einfache Kraft sondern die aus der Zusammenwirkung zweyer Kräfte, nach dem Gesetze des Parallelogramms der Kräfte (§. 58. Anm. 1.) erzeugte Bewegung, die daher auch als die Diagonale der Wirkungsrichtungen beider Kräfte construirt werden kann.

3) Der denkbar kürzeste Weg der Richtung der Centripetalkraft vom Mittelpunkt der Kreisbewegung bis zu irgend einer Stelle in der Kreisbahn, oder die gerade Linie vom Mittelpunkte bis zu jeglichem denkbaren Punkte in der Kreisbahn nennt man den Radius vector. Dieser beschreibt bei der Kreisbewegung in gleichen Zeiten (indem Zug und Flug gleichmäßig gegenwirken) gleiche Räume; die ungehinderte Bewegung in der Kreisbahn ist also eine gleichförmige (§. 47. Anm. 2.), und je mehr sich eine krummlinige Bewegung der Kreisbahn nähert, um so gleichförmiger ist sie.

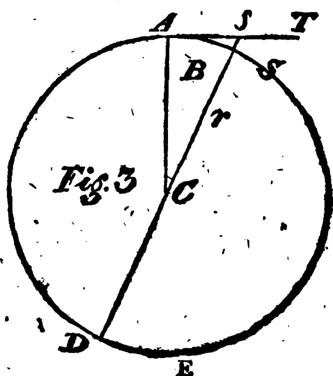
4) Indem also der in der Kreisbahn bewegte Körper in jedem Punkte seiner Bahn gleichweit vom ziehenden Mittelpunkte bleibt, ist auch seine Geschwindigkeit während dieser seiner ungehinderten Bewegung stets dieselbe; weicht hingegen die krummlinige Bahn von der Richtung des Kreises mehr oder weniger ab, d. h. entfernt sich der Körper, so wird die Geschwindigkeit des Körpers ungleich und in jedem Punkte der Kreisbahn im umgekehrten Verhältniße der geradlinigen Entfernung aus dem Mittelpunkte auf die Tangente der Bahn stehend, um so größer seyn, jemehr er sich dem Ziehpunkte näherte, und die Bewegung des Körpers wird in gleichem Verhältniß ungleichförmig werden.

5) Zum Maaße der dem Quadrate der Geschwindigkeit gleich seyenden Schwungkraft, nimmt man die Größe des während 1 Sekunde von dem umschwingenden Punkte durchlaufenen Bogens. Bewegen sich zwey Umschwingende in zwey verschiedenen Kreisen also gleichförmig, daß alle von ihnen in gleichen Zeiten durchlaufene Bogen gleiche Grade haben, so werden die Schwungkräfte beider Umschwingenden, wenn diese gleiche Massen haben, im Verhältniß der „Halbmesser" der Kreise, in denen beide umschwingen, und wenn die Halbmesser gleich sind, im Verhältniß der „Massen" stehen; vergl. §. 36. Anm. 1.

6) Da überhaupt Bahn und Zeit die Geschwindigkeit eines Bewegten bestimmen (§. 35. Anm. 1.) so muß auch die Geschwindigkeit eines Umschwingenden um so größer seyn, je größer der Halbmesser des seiner Bahn zugehörigen Kreises, und je kleiner die während des Schwunges verbrauchte Zeit ist. Und da ferner die Centripetalkraft (P) dem §. 18. §. 19. Entwickelten gemäß, im geraden Verhältniße des Quadrats der Geschwindigkeit (c) und im umgekehrten des Halbmessers des Kreises (r) steht, so verhält sich diese zum Mittelpunkte treibende Kraft beim Bewegen im Kreise, wie das Quadrat der Geschwindigkeit dividirt durch den Halbmesser des Kreises: $P = \frac{c^2}{r}$.

7) Wächst hingegen die Geschwindigkeit der Kreisbewegung in dem Maaße, daß das Quadrat der Umlaufszeit proportional ist dem Würfel des Halbmessers, so steht die Centripetalkraft im umgekehrten Verhältniß des Quadrats des (dem Kreise zugehörigen) Halbmessers; vergl. m. Grundriß der Experimentalphysik I. §. 37. Anm. 4. und ebendaselbst S. 200. u. f.; desgleichen Fries populäre Astronomie S. 17., Voigt's populäre Sternkunde S. 12. u. f. und Gren's Naturlehre. §. 97. u. f.

8) Zur Erläuterung des Obigen, besonders des im §. 59. Ausgesprochenen diene Fig. 3.



Es sey A ein im Kreise umschwingender Punkt; die in C wirkende Centripetalkraft (z. B. Schwere) höre auf sich zu erneuen, während die in der Richtung A T wirkende Flugkraft den Punkt gleichmäßig beschleunigend zu bewegen fortfährt; so wird der Punkt in Richtung einer geraden Linie fortgetrieben werden, welche in ihm auf den Halbmesser AC senkrecht steht. Gesetzt aber die Centripetalkraft höre von C aus zu wirken nicht auf, dagegen erhalte aber die Flugkraft in A einen Zusatz, so wird sich der Punkt von A aus mehr von C entfernen, als dieses bis zu A der Fall gewesen war, und eine krummlinige Bahn beschreiben, die zwischen T und S fällt, aber keine Kreisbahn mehr ist. Geradlinig hingegen, also durch s nach T führend kann diese Bahn nur dann werden, wenn die erneuete Wirkung der Kraft C gegen jene der Kraft A T = o wird. Wäre der Punkt in diesem Falle bis zu S gelangt, so wird er sich von C um so viel weiter entfernt haben, als die Länge der geraden Linie von s bis zum senkrecht darunter befindlichen Punkte des Bogens AS beträgt, oder so wird sein Abstand um eben so viel die Größe des durch r bezeichneten Halbmessers oder des durch CA (oder jedes anderen Halbmessers desselben Kreises z. B. auch den durch C D) bezeichneten übertreffen.

9) Verlängern wir in Gedanken die Linie AC senkrecht bis zu dem entgegengesetzten Punkte E des Kreises, so umspannen die zugehörenden Bogen Sectoren (ACB und ACE) von gleichen Flächenräumen, deren gemeinsame Spitze der Punkt C ist, und da diese Bogen in gleichen Zeiten durchlaufen werden, so kann die von Aussen her nicht geänderte Bewegung im Kreise, nicht anders als gleichförmig seyn; war hingegen der von A kommende Punkt in einer zwischen T und S führenden Richtung getrieben worden, so wird

der vom Punkte A bis zu einem Punkte zwischen T und S reichende Bogen dieser neuen abgeänderten Bahn, einen Flächenraum umspannen, der bei obgleich gemeinschaftlicher Spitze größer ist als der Flächenraum des Sectors ACS, und die Bewegung wird nun mit ungleicher Geschwindigkeit statt haben, mithin ungleichförmig seyn.

§. 60.

Werden Materien in solchem Maaße in Umschwung gesetzt, daß die Schwunggewalt derselben größer wird, als die auf sie einwirkende Macht der Schwere (oder als ihr Bestreben zu fallen) so werden sie nach Maaßgabe der ihnen ertheilten Schwunggeschwindigkeit und ihrer Massen (§. 59. Anm. 5.) mehr und mehr vom Mittelpunkt der Umschwingung entfernt. Stellten sie hiebei feste zusammenhängende Körper dar (z. B. an Fäden befestigte Kugeln) so können sie in Folge der zunehmenden Schwunggewalt zerrissen werden; waren es (z. B. auf — um ihre Axe schwingende Scheiben liegende) unbefestigte Körper, so werden sie in geringere oder größere Fernen über die umschwingende Unterlage hinausgeworfen; bestanden sie aus zähen und weichen oder aus tropfbaren Massen, so werden sie sich entweder über den Rand der umschwingenden Scheibe hinaus verflächen, oder, wenn sie daran z. B. durch Gefäßwände gehindert wurden, gegen die Schwere anstrebend an den die Verflächung hindernden Gefäßwänden in die Höhe steigen.

1) Sowohl die hieher gehörigen Versuche, wie auch jene, welche zur Erläuterung der §. aufgestellten Gesetze dienen können, laßen sich am zweckmäßigsten mit einer guten Centrifugalmaschine z. B. der Tauber'schen anstellen; vergl. Gren's Naturlehre. 6te Aufl. §. 97 u. m. Grundr. d. Experimentalphysik. §. 37. Anm. 6.

2) Ausserdem erläutert die meisten hieher gehörigen Erscheinungen die gemeine Töpfer- oder Häfnerscheibe. Ueber die auf derselben mögliche Darstellung hohler Gypskugeln ꝛc. D. Gewerbsfr. I. S. 89.

3) Die durch die Axendrehung der Erde erzeugte Schwungkraft ist unter den Polen = o und unter dem Aequator, wo sie am größten ist = $\frac{1}{289,9}$ der Schwerkraft, und da die erstere Kraft der letzteren gerade entgegenwirkt, so vermindert mithin jene die Gewalt der Schwere unter dem Aequator um $\frac{1}{289,9}$, in zunehmenden

Breiten hingegen immer weniger, bis diese Verminderung der Ziehgewalt der Erde endlich unter den Polen = 0 wird. War die Erde ursprünglich weich oder flüssig, und erstarrte sie während des Umschwingens um ihre Axe, so mußte sie aufhören eine Kugel zu seyn und übergehen in die Gestalt eines abgeplatteten elliptischen Sphäroid's; s. oben. §. 51. Anm. 3.

4) Befestigt man in Mitten einer um ihre Axe zu drehenden Scheibe eine senkrecht stehende cylindrische glatte (Stahl-) Stange, schiebt hierauf zwey kreisrunde, in ihren geradlinig entgegengesetzten Stellen durchlöcherte Messingblechbügel dergestalt auf die Stange, daß die Bügel unten und oben sich kreuzen, und dreht nun die Scheibe schnell um ihre Axe, so wird der Längendurchmesser der Bügel sich verkürzen (indem sie sich dort, wo sie oben die Stange umfassen vertiefen), während ihre Querdurchmesser, ohnfern ihrer mittleren Höhe von der Scheibe an gerechnet, sich vergrößert.

§. 61.

Krummlinige Bewegungen, welche von einem Punkte ausgehend wieder in denselben zurückkehren, und so sich endlos selbst erneuen, nennen wir, so fern sie nicht als Kunsterzeugniße wollender Wesen hervorgiengen, sondern im absichtslosen Verlauf der Thätigkeiten der Natur entstanden und entweder nur innerhalb gewisser Zeitdauren oder über alle von uns bestimmbare Zeit hinaus fortbestehen: organische Bewegungen. Zu den ersteren gehören der Kreislauf der Säfte der lebenden höheren Thiere und der Menschen, zu den letzteren die anschaubare Bewegung der Weltkörper; vergl. m. Grundr. d. Experimentalphysik. B. I. §. 36. u. B. II. Kap. VIII.; ferner m. Einleitung in die neuere Chemie. S. 340 bis 355, so wie auch m. Vergleichende Uebersicht des Systems der Chemie; Einleit. S. 18. u. f.; meine Bemerkungen im Deutschen Jahrbuch für die Pharmacie. III. B. Berlin. 1817. 12. S. 121. u. f.

Zweites Kapitel.

Von der Schwere.

§. 62.

Da sich alle Raumerfüllenden ihrem Wesen nach (§. 10. 11. 12. u. 13.) ununterbrochen in gegenseitiger, unaufhörlich erneueter Störung des Gleichgewichts ihrer Grundkräfte (S. 28 §. 16. Anm. 1. u. 2.) befinden, so bestimmen sie sich auch gegenseitig fortdauernd, im Verhältniß ihrer Massen (§. 43.) zur Wiederherstellung des Gleichgewichts. Sofern nun diese endlos erneuete gegenseitige Bestimmung zur Ausführung kommt (und das muß sie dem Obigen gemäß unaufhörlich, von Zeittheilchen zu Zeittheilchen) gewährt sie uns das Phänomen der allgemeinen Anziehung (§. 11. 21. u. 17. Anm. 4.) die wir, berücksichtigend ihr von uns wahrnehmbares Wirken, bereits früherhin (S. 17. u. 18. Anm. 7. u. 8.) die Schwere (oder Gravitation) zu benennen hinreichende Gründe hatten, und die dem Vorhergehenden gemäß nicht nur als der Erde zukommende allgemeine Wirkungsart und Wirksamkeit (Erdschwere; a. a. O. u. S. 72. §. 37. Anm. 2. u. S. 80. §. 50. Anm. 1. u. f.), sondern auch als in den sämmtlichen übrigen Weltkörpern begründet, und von denselben sowohl innerhalb ihrer körperlichen Grenze, als auch über dieselbe hinaus wirkend und mithin auch gegen die Erde wirkend und von derselben ähnliche Einwirkung erleidend, und überhaupt als die allgemeinste der im ganzen unendlichen erfüllten Weltraume vorhandenen Naturthätigkeiten

betrachtet werden muß (allgemeine Gravitation), deren Entstehungsweise mit dem letzten Grunde alles Raumerfüllens zusammenfällt, die daher unmittelbar zum Wesen aller Materien gehört, und deren Wirkungen zwar unter den übrigen Naturgewalten vorzüglich die Flugkraft des Umschwungs (§. 17. Anm. 4. u. §. 59 — 60.) abändert und beschränkt, keine derselben aber gänzlich aufzuheben vermag.

§. 63.

Das Wirken der Erdschwere bezeugen zunächst die Phänome des Wurfs, des Falls und des Drucks, deren Gesetze wir bereits kennen gelernt haben (§. 6. Anm. 7. u. 8. §. 17. Anm. 4. §. 37. Anm. 2. §. 42. 46. Anm. 3. §. 50. — 52. §. 58 — 59. u. §. 53.), dann aber auch die des Schwerpunkts (§. 44. und §. 51. Anm. 3.) des Hebels (§. 6. Anm. 7. und §. 52. Anm. 3.) und des Pendels (§. 46. Anm. 3.). Auch wird die Schwere der Erde und der Planeten bestätigt durch die (mit der Umschwungs- oder Axendrehungsgeschwindigkeit in Verhältniß stehende) Abplattung des ellipsodischen Erdkörpers und der Körper der Planeten (§. 60. Anm. 3.) und die Schwere der einzelnen Massen, durch die Wirkung großer ruhender Massen auf kleine, leicht bewegliche; denn genauen Beobachtungen zufolge, lenken Berge die senkrechte Richtung des entfernten Bleiloths ab, indem sie es zu sich hinziehen, und werden auf gleiche Weise kleine, mittelst Fäden an leichtbeweglichen Windeswagen hängende Kügelchen von großen Bleikugeln, durch deren aus der Ferne her wirkende Anziehung (Schwere) in Schwingung gesetzt; Gilbert's Ann. II. S. 1. f. — Die Größe dieser und aller in die Ferne wirkenden Anziehung, d. i. der Schwere steht jederzeit im geraden Verhältniß der Masse des anziehenden und im umgekehrten des Quadrats der Entfernung des angezogenen Körpers; vergl. §. 18., §. 59. Anm. 5. u. §. 60.

1) Galilei ist der Entdecker des Gesetzes des freien Falles (§. 50 52. 59.); durch die Bewegungen der Kronleuchter im Dome zu Pisa wurde er darauf geleitet, und im Jahr 1602 bestimmte er es näher in seiner Antrittsstreitschrift. Riccioli und Grimaldi suchten es 1640 mittelst 16löthiger Kreidekugeln zu bestätigen, die

sie von einem hohen Thurme herabfallen ließen, während sie die dabei verstrichene Zeit mittelst eines Pendels maßen, das binnen $^1/_6$ Sekunde einmal hin und her schwankte. Ihren Versuchen zufolge kamen auf folgende Pendelschwingungen untenstehende Fallräume:

6. 12. 18. 24 Pendelschwingungen

15. 60. 144. 255 römische Fußräume

welches genau das Verhältniß der mittleren Geschwindigkeiten gleich der Folge der ungeraden Zahlen 1. 3. 5. 7. und die Summe der Räume, gleich der Quadratzahl der verbrauchten Zeit giebt (§. 50. Anm. 4.), indeß doch insofern fehlerhaft befunden wurde, als die bei diesen Versuchen wirklich stattgehabten Abänderungen der Fallzeiten und Fallräume durch den Widerstand der Luft ꝛc., wiederum ausgeglichen wurden durch die fehlerhafte Messung der einzelnen Theile der Fallzeit. Vergl. Fischer's Geschichte d. Physik I. 44. 270. Genauere und darum mehr genügende Versuche haben darauf Hopk in London, späterhin Guglielmini in Bologna und in neueren Zeiten Benzenberg (dessen Versuche über die Umdrehung der Erde. Dortmund 1804. 8.) im Michaelisthurme zu Hamburg angestellt. Da Erschütterungen um so eher eine (beim Ablösen der Kugeln von ihren dünnen Fäden ohnehin kaum vermeidbare) Seitenbewegung der fallenden Kugel veranlaßen, je höher der Ort ist, von dem die Kugel frei fallend entlassen wird, und da ausserdem in dem 402 paris. Fuß hohen Michaelisthurme oberhalb der Luftzug der Kuppel leicht hätte Störungen veranlaßen können, so ließ Benzenberg die 31 Kugeln, mit denen er hiebei experimentirte, nur von einer Höhe = 235 Fuß herabfallen. 21 dieser Kugeln wichen, herabgekommen, von der senkrechten Falllinie nach Osten hin im Mittel um 4 Linien ab (gemäß der größeren Geschwindigkeit, welche sie bereits beim Anheben des Falls in der östlichen Richtung, zufolge der Umdrehung der Erde um ihre Axe, in der Richtung von Westen nach Osten, hatten), 2 fielen auf die durch den Senkpunkt gehende Mittagslinie, und wichen mithin weder östlich noch westlich ab; 3 hingegen westwärts und nach Norden und Süden gleich viele. Aehnliche Versuche stellte man auch im Jahr 1804 in einem Kohlenschachte bei Schleebusch in der Grafschaft Mark an, wo die Kugeln 235 Fuß tief fielen und der Berechnung gemäß eine östliche Abweichung = 4 $^6/_{10}$ Linien haben sollten, dieselbe aber im Mittel = 5 Linien zeigten, was den störenden Einflüssen im Schachte zuzuschreiben ist. — Geringen Einfluß auf die Abweichung von der senkrechten Linie kann bei dergleichen Versuchen, auch die Anziehung der Thurm- ꝛc. Masse, aus der Ferne von der Seite her ausüben, wenn die Fallhöhen sehr beträchtlich sind. Auch Newton stellte hieher gehörige Versuche an,

und fand gleich Hook, der nur mit Fallhöhen von 30 engl. Fuß experimentirte, daß die Falllinie von der senkrechten Richtung östlich abweiche.

2) Mit Hülfe der Atwood'schen, von Fischer verbesserten, aus einem leicht beweglichen Rade mit überhängender Schnur und daran befindlichen Gegengewichten bestehenden Fallmaschine, läßt sich das Galileische Fallgesetz oder die gleichmäßige Beschleunigung der fallenden Körper nachweisen, gemäß der dabei während des Falls statthabenden Angabe der durchfallenen Räume, und der Messung der Fallzeiten mittelst eines kleinen schwingenden Pendels; Gilbert's Ann. XIV. 1. Da der fallende Körper bei dieser Maschine eine größere als seine eigene Masse zu bewegen hat, so fällt er weit langsamer und zwar mit einer ebenso viel mal kleineren Geschwindigkeit, als die Größe der zu bewegenden Masse seine eigene übertrifft.

3) Zur weiteren Erläuterung des Verhältnißes der Schwere zur Wurfkraft (§. 51. Anm. 4.) diene Fig. 4.

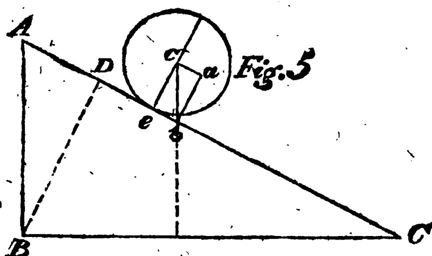
Fig. 4

Es wäre ein Körper in der horizontalen Richtung AE geworfen, so würde er, wenn nur die Wurfkraft auf ihn gewirkt hätte, vermöge der Trägheit in gleichen Zeiten die gleichgroßen Räume AB, BC, CD... d. h. gleichförmig durchlaufen; da nun aber die Schwere auf ihn vom ersten Anheben seines Bewegtseyns an einwirkt, so wird er auch vom ersten Zeittheilchen bis zum letzten unaufhörlich zur Erde herabgezogen, mithin von der bei seinem Bewegen beabsichtigten horizontalen Richtung von Punkt zu Punkt, also krummlinig zur Bahn Ad abgelenkt, die zwar von den senkrechten zur Linie AE führenden Richtungen Bb, Cc, Dd rc. durchschnitten wird, aber um so tiefer unter der Linie AE fortläuft, je mehr Zeit vom Anfange der Bewegung ab, während derselben verbraucht worden war. Die durch b, c, d angezeigten nacheinander folgenden Falltiefen verhalten sich also, gemäß des Fallgesetzes, wie die Quadratzahlen der verbrauchten Zeiten (§. 50. Anm. 4.) und sind mithin bei $b = 1$, bei $c = 4$, bei $d = 9$, während die horizontalen Linien, die der geworfene Körper von A nach B, A nach C und A nach D bei alleiniger Wirkung der Wurfkraft in

gleichgroßen Zeiten durchlaufen haben würde, im Verhältniß von 1 : 2 ; 3 stehen. Wirkt mithin die Schwere senkrecht herabziehend auf den von A in der Richtung nach E geworfenen Körper, so kann der Körper, da beide Kräfte fortdauernd ungleich bleiben, auch nicht in der Richtung der Diagonale ein und desselben (ersten) Parallelogramms der Kräfte fortgehen, sondern er wird mit jedem nächsten Punkte zur Diagonale eines anderen (zweiten, dritten ꝛc.) tiefer hinab anzunehmenden Parallelogramms gelangen, und mithin im Bogen zur Erde herabfallen, und die Hälfte einer Parabel beschreiben, deren Scheitel in A liegt. Wird der Körper dergestalt aufwärts geworfen, daß seine Wurfrichtung mit dem Horizonte einen schiefen Winkel macht; so beschreibt er in Folge der andauernd sich erneuenden Schwerwirkung eine krumme Linie, worin sich die Abscissen verhalten wie die Quadrate der Ordinaten, folglich eine gemeine Parabel: vergl. m. Experimentalphysik §. 52. Ein eigentlicher Kernschuß ist hiernach unmöglich, weil auch bei der größten Gewalt des explodirenden (urplötzlich und in größter Menge Gase entbindenden) Schießpulvers, die ununterbrochen einwirkende Schwere ablenkend (und verzögernd) wirkt. Nach de la Martilliére (Recherches sur les meilleurs effets, à obtenir de l'artillerie. 2 Vol. Paris 1812.) erreicht die Kugel (bei übrigens gleichen Umständen) die größte Schußweite, bei einem Erhebungs- oder Elevationswinkel von 34° 35 ; vergl. auch von Scharnhorst's Ueb. d. Wirk. des Feuergewehrs. M. 2 K. Berlin. gr. 8.

4) Fällt ein Körper nicht frei, sondern wird er während des Fallens einem Theile nach fortdauernd (von Punkt zu Punkt) unterstützt (oder, was dasselbe sagen will: wird der Druck, den er fallend ausübt, zum Theil durch einen Gegendruck aufgehoben, der während der ganzen Fallzeit wirksam ist), so werden die Fallräume um so mehr kleiner werden (als es die des freien Falles in gleichen Zeiten sein würden) je größer die Unterstützung (oder der Gegendruck) war, welche der Fallgewalt entgegen wirkte. Eine Gegenwirkung der Art tritt ein, beim Fall auf der schiefen Ebene, und die unbedingte Gewichtsgröße (d. i. die Druckgewalt der fallenden Masse von bestimmter Größe s. oben S. 17. Anm. 7), welche dem fallenden Körper übrig bleibt, nach der Gegenwirkung durch dieselbe, heißt sein relatives Gewicht (§. 6. Anm. 7), welches sich zum absoluten Gewichte des Körpers verhält, wie die Höhe der schiefen Ebene zu ihrer Länge. Eben so verhält sich aber auch die „Fallhöhe in der ersten Sekunde auf der schiefen Ebene" zu jener des freien, ungehinderten Falles (in der ersten Sekunde, vergl. oben §. 50.

Es sey



AC eine gegen die Horizontalebene CB geneigte, also schiefe Ebene, auf welcher eine Kugel (ohne alle Reibung) herabrolle, so wird dieselbe, wenn auch der Widerstand der Luft = 0 gesetzt wird, nur durch die Unverschiebbarkeit der schiefen Ebene am freien Fallen gehindert werden, im Verhältniß der Länge AC zur senkrechten Höhe AB. Die Kugel müßte, wenn sie frei beweglich wäre, in einer dem Perpendikel AB parallelen Richtung, d. i. in der Richtung der Schwere cb fallen, wenn diesem Fallen nicht die schiefe Ebene in der Richtung ec von dem Punkte e aus (in dem die Kugel aufliegt) Widerstand leistete. Um nun zu erfahren, welcher Antheil von Fallgewalt der Kugel noch bleibt, nachdem ein Theil dieser Gewalt durch die Gegenwirkung der schiefen Ebene aufgehoben worden, ziehen wir ca parallel mit AC, und beschreiben mit den nun gegebenen Seiten ca und ce, sammt der Diagonale cb, ein Parallelogramm der Kräfte (§. 48). Offenbar ist die resultirende Fallkraft (§ 48. Anm. 5) cb zusammengesetzt aus den beiden Kräften ce und ca, von denen zwar jede einzelne gleichmäßig beschleunigend wirkt; aber nur die Kraft ca diese Wirkung auf die Kugel zu üben vermag, weil die Kraft ce, als anderer und hiemit bestimmter Theil der herabtreibenden Schwere, durch den senkrechten Widerstand in e = o wird. So viel, als mithin ce Fall beschleunigend und Druck vermehrend zu leisten vermochte, um eben soviel wird auch die nur von ca getriebene Kugel in ihrer Fallgeschwindigkeit und Druckgröße vermindert werden, und da die Dreiecke cba und ACB gleiche Winkel haben, so wird, was von der Wirkung in der Richtung cb gilt, auch für den Fall auf der schiefen Ebene AC gesetzlich seyn müssen, d. h. die Fallgröße beim Fall auf der schiefen Ebene (mithin das relative Gewicht, welches wir mit p bezeichnen) verhält sich zur Fallgröße des freien Falles (somit zum absoluten Gewichte P) wie ca : cb = AB : AC, also wie die „Höhe" der schiefen Ebene zu ihrer „Länge." Die Kugel würde daher (wenn BD auf AC

senkrecht und mithin AD : AB = AB : AC ist) zum Herabrollen von A bis D ebensoviel Zeit erfordern, als zum Durchfallen der Höhe AB, (oder ein von c aus mit gleichmäßiger Beschleunigung bewegter Punkt, würde in einer eben so großen Zeit, in der er den Raum cb durchfiele, auch nur den Weg ca zu durchlaufen vermögen) und sollte sie am Herabrollen durch Rückzug (in der Richtung nach A) oder durch Gegenstemmen (in der Richtung von C her) verhindert werden, so würde die dazu erforderliche Kraft zum Gewichte der Kugel sich verhalten müssen, wie AB : AC = Sin C : Sin tot, oder so müßte sich die Kraft zu der zu wältigenden Last (der Kugel) verhalten, wie sich der Sinus der Neigung der Ebene zu dem Sinus verhält, den die Kraft mit einer auf die Ebene senkrechten Linie macht. (Wirkte hiebei die gegenstemmende Kraft horizontal also parallel CB, so würde sie die schief stehende Kugel am Fallen hindern, wenn sie sich zum Gewichte derselben verhielte, wie die Höhe der schiefen Ebene AB zu ihrer Basis oder Grundlinie BC; gienge hingegen die Richtung der Kraft senkrecht auf BC, so würde sie der Größe der ganzen Last gleich sein müssen, um diese zu wältigen und fiele sie mit der Richtung DB zusammen, oder gienge sie derselben parallel, so müßte sie, um nur bis zur Wältigung zu gelangen, unendlich groß sein.) Je kleiner daher der Neigungswinkel der schiefen Ebene ist, um so geringere Kraft wird erfordert werden, um die Last aufwärts zu ziehen oder zu schieben, oder um sie langsam von der schiefen Ebene hinabzulaßen. Ist Kraft und Last erst im Gleichgewichte, so bedarf die erstere nur noch eines geringen Zusatzes, um die letztere zu überwältigen, wie die häufigen Anwendungen der schiefen Ebene als einfache Maschine bezeugen, z. B. beim Heraus- und Hineinschleifen großer schwerer Fäßer in Keller, beim Hinaufbewegen schwerer Blöcke, Waarenballen ꝛc. auf Wägen oder auf beträchtliche Anhöhen ꝛc., beim Bau unserer Wägen, mit niederen Vorder- und höheren Hinterrädern ꝛc. Soviel hiebei durch Verkürzung der Höhe und Verlängerung der Länge der als Maschine benutzten schiefen Ebene an Kraft gewonnen wird, eben so viel verliert man aber auch an Zeit, weil die größere Länge die Bahn ist, in welcher der Körper bewegt werden muß, um die kürzere Höhe der schiefen Ebene zu erreichen. — Es sey die Höhe einer schiefen Ebene = 24 rh. Fuß, die Länge derselben = 25, so würde die Fallgeschwindigkeit der ersten Sekunde gleich sein 0,96 × 15,625 = 15 rh. Fuß (§. 50. Anm. 4), oder die Höhe sey = 1, die Länge = 25 rh. F., so würde jene Geschwindigkeit sein = 0,04 × 15,625 = 0,625, und die der fünften Sekunde = 5 × 5 × 0,625 = 15,625 rh. Fuß, und wollte man im letzteren Fuß eine sonst freibe-

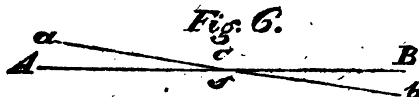
wegliche 100 Pfund schwere Kugel am Hinabrollen von dieser Ebene hindern, so würde dazu ein rückwärts derselben, hinter der Ebene frei (ununterstützt) wirkendes Hängegewicht von 4 Pfund hinreichen. — Uebrigens folgt aus dem Vorhergehenden in Verbindung mit §. 50. Anm. 2 und 3, daß, wenn zwey gleich hohe schiefe Ebenen, ungleiche Längen haben, sich die Fallzeiten längs derselben zu einander verhalten, wie die Quadratwurzeln der Längen. Galilei stellte ähnliche Versuche an zur Erforschung des Fallgesetzes, indem er polirte Metallkugeln in mit glatrem Pergament überzogenen hölzernen Rinnen herablaufen ließ, wie man sich denn auch noch heut zu Tage, in Ermangelung der Atwoodschen Fallmaschine, ähnlicher Vorrichtungen zur Nachweisung des Verhältnißes der Fallräume zu den Fallzeiten zu bedienen pflegt, wiewohl sich dabei weder die Reibung, noch der Luftwiderstand hinreichend genau in Rechnung nehmen laßen. Vergl. m. Experimentalphysik I. Cap. §. 47 u. §. 56. Anm. 4.

5) Besondere Arten der schiefen Ebene sind der Keil und die Schraube (§. 52. Anm. 3). Den ersteren betrachtet man als eine doppelte schiefe Ebene (oder vielmehr als zwey geneigte, mit ihren Basen verbundene ebene Flächen) die letztere als eine cylindrisch gewundene schiefe Ebene; in beiden wird nicht nur die Last auf den schiefen Ebenen, sondern es werden auch die letzteren gegen die Last bewegt. Beim gewöhnlichen gleichschenkligen Keil, sind die verbundenen schiefen Ebenen einander gleich und ähnlich, und indem man ihn benutzt, um seine Spitze durch Schläge auf seine Hinterfläche in zu spaltende Körper einzutreiben, ist, ausser der großen Reibung (a. a. O.) zunächst derjenige Theil des Widerstandes des zu zertrennenden Körpers zu überwältigen, dessen Richtung vom Spitzenpunkte des Keils geradlinig zum mittleren Punkte der Hinterfläche führt, und der, als gegen beide Seitenflächen des Keils gleich stark wirkend, zu jener mittleren Richtung leitet. Gehen hiebei die Richtungen des Widerstandes senkrecht gegen die Seiten des Keils, so wird zuvörderst Wältigung der Kraft solches Widerstandes (Gleichgewicht) statt haben, wenn sich die Kraft des Schlages gegen den Rücken (d. i. gegen die Hinterfläche) des Keils zur Summe des Widerstands gegen seine Seiten verhält, wie die Hälfte der Stärke (Länge) des Rückens zu einer der beiden Querseiten des Keils; gehen sie hingegen parallel mit der Grundlinie des Rückens, so wird das Gleichgewicht eintreten, wenn sich die Schlag- oder Treibkraft zum Widerstande verhält, wie die Länge der mittleren geraden Linie (von der Spitze, oder von der Mitte der vorderen scharfen Kante bis zur Mitte der Grundlinie des Rückens) zur Hälfte einer der beiden Querseiten des Keils,

und es wird nach Erreichung des Gleichgewichts nur eines geringen Zusatzes von Treibkraft bedürfen, um den Körper zu zerklüften, was übrigens um so leichter möglich wird, je schärfer der Keil zugespitzt ist. Messer, Scheeren, Nägel, Nadeln, Beile, der das Glas schneidende Demant, die Zähne einer Säge, Feilen Hobel ꝛc. wirken nach den Gesetzen des Keils. — Bei der Schraube unterscheiden wir Schraubenspindel und Schraubenmutter; erstere bietet mit ihren spiralförmig gewundenen Schraubengängern einen, von einer schiefen Ebene umwickelten Cylinder dar, letztere die gleiche schiefe Ebene dar, als zu einem größeren hohlen Cylinder gehörend, in dessen Wänden sie, in Form von ihrer Größe entsprechenden Aushöhlungen, umherläuft. Die Gestalt dieser Hohlgänge ist von der Art, daß die (entweder zugeschärften, prismatischen oder parallelepipedartischen) erhabenen Gänge der Spindel genau hineinpassen, und darin aufwärts und niederwärts (vor- und rückwärts) bewegbar sind. Um die Schraube in Bewegung zu setzen, wird entweder die bewegliche Spindel in der unbeweglichen Mutter, oder die bewegliche Mutter um die unbewegliche Spindel in horizontaler Richtung gedreht, und gemäß dieser Richtung und der in ihr stets statt habenden Wirkung, sind bewegende Kraft und von derselben zu wältigende Last mit einander im Gleichgewichte, wenn sie sich zu einander verhalten, wie die Breite des Schraubenganges zum Umfange des ihm zugehörigen hohlen Cylinders, d. i. wie die Höhe der schiefen Ebene zu ihrer Grundfläche; s. oben Anm. 4. Die bewegende Kraft wird seltener unmittelbar an dem einen Ende, dem sog. Kopfende der Schraube angebracht, aber gewöhnlich an dem Ende eines Hebels (s. weiter unten) in Wirksamkeit gesetzt, der, wenn die Spindel beweglich ist, in deren Kopfende, bei fester Spindel und beweglicher Mutter hingegen, in die letztere (in die sog. Nuß) von der Seite her eingreift. Das Gleichgewicht zwischen Kraft und Last tritt bei Benutzung des Hebels als Bewegungsmittel ein, wenn sich erstere zu letzterer verhält, wie der Kreis-Umfang, den ein Endpunkt des Hebels beim Umdrehen desselben beschreibt, zur Breite eines Schraubenganges, oder zur Entfernung von einem Schraubegange zum nächst folgenden. Es sey z. B. ebenbemerkte Entfernung = $^1/_2$ Zoll, der von dem herumgedrehten Hebelende beschriebene Kreis-Umfang = 75 $^1/_3$ Zoll, was der Fall sein würde bei einer Länge des Hebelarms vom Endpunkte der an ihm wirkenden Kraft bis zur Axe der Schraube = 12 Zoll, so ist die Größe dieses Umfangs das 150 $^2/_3$ fache jener Entfernung; ist daher die an dem Ende des Hebels wirkende Kraft = 1 Pfund, und die durch die Schraube zu hebende Last = 150 $^2/_3$ Pfund, so wird letztere von ersterer gewältigt sein, und durch geringe Vermehrung

des Wirkenden am Hebelende überwältigt oder wirklich empor geschoben werden können, falls zuvor die durch schlüpfrige Materien: Oel, Fett, Reißbley oder Graphit rc. zu mindernde Reibung (§. 52. Anm. 3) der Schraubengänge möglichst vermindert worden ist. Diese Vermehrung des Moments der Wirksamkeit (d. i. des Products der Kraft durch die Geschwindigkeit) zeigen die gewöhnlichen Pressen, die Bohrer, die Prägestöcke, im geringeren Maaße die kleinen Haftschrauben, mit dem oben in ihre Kopfrinne einzusetzenden sog. Schraubenzieher, die Propfzieher rc. Dreht sich die Schraube um ihre Axe, ohne sich vor- oder rückwärts zu bewegen, und greifen dabei ihre erhabenen Gänge in die Zwischenräume der Zähne eines dadurch zu bewegenden „Rades" ein, so heißt sie eine Schraube ohne Ende.

6) Denken wir uns in Fig. 6.



dort wo die beiden geraden Linien AB und ab sich schneiden, einen unbeweglichen Punkt s, um welchen sich die als unbiegsam anzunehmende gerade Linie AB mittelst räumlich getrennter Kräfte zu drehen vermag, von denen die eine (einfache oder zusammengesetzte) Kraft auf den Endpunkt A, die andere auf den Endpunkt B bewegend wirkt, so nennt man dieses (Behufs der möglichst einfachen Erklärung wirklicher ähnlicher Erscheinungen) ersonnene Gegenwirkungsverhältniß des Bewegenden zum Beweglichen: einen einfachen oder mathematischen Hebel, den Punkt c den Bewegungsmittelpunkt, der zusammenfällt mit dem Unterstützungspunkt s (Drehpunkte oder Stützpunkte: Hypomochlium) die Gewalten, mit welchen von den Punkten A und B aus drehend gewirkt wird, oder die von A und B gegen c und dadurch gegen sich selber wirkenden Bewegungsgrößen (§. 36.) die Momente und die Linien Ac und Bc, die Arme des Hebels. Sind die Größen der letzteren einander gleich, so wird die durch ihr Gegenwirken zu erzeugende Drehung = 0 sein, und die Punkte A und B (und mithin der ganze einfache Hebel) werden durch ununterbrochen andauernde Gegenwirkung zur Ruhe des Gleichgewichts oder der gegenseitigen Wältigung der Kräfte gelangen (§. 15. Anm. 1. u. §. 36. Anm. 5.) und in Beziehung auf diese mögliche Ruhe die statischen Momente des Hebels zu benennen seyn; vergl. a. a. O. Denken

wir uns die Punkte A und B schwer, so wird die daraus entspringende Fallbestimmung, weil es Punkte sind, für A so groß seyn wie für B, und würde daher die Linie AB zur wirklichen Drehung um den Punkt c nur kommen können, wenn zuvor die Gleichheit beider Fallgewalten aufgehoben, und mithin die Momente des Hebels ungleich geworden wären. Auf zweierlei Weise ist dieses möglich, entweder durch eine wirkliche Vermehrung der Fallgewalt in dem einen oder in dem anderen Punkte, mittelst einer in Richtung der Schwere und mit derselben verbunden wirkenden Zugkraft (z. B. wenn sich magnetische Zugkraft der Schwere zugesellt hätte und ebenfalls auf den Punkt A oder B in gleicher Richtung und in derselben senkrechten Linie zu wirken vermöchte), oder durch Veränderung der Geschwindigkeit, mit welcher A und B gegen c wirken. Aenderung der Geschwindigkeit, mit welcher von beiden Punkten aus auf c gewirkt wird, kann nur eintreten, wenn die Entfernungen von A bis c und von B bis c gleich groß zu seyn aufhören, also wenn der eine oder andere Arm des Hebels verkürzt, oder der eine gegen den anderen verlängert wird, d. h. wenn jene Bahnen ungleich werden, welche die Punkte A und B durch ihre geradlinige Verbindung zu beschreiben genöthigt sind, indem sie sich um c drehen; denn die Zeiten, als das andre Element der Geschwindigkeit, sind bei beiden bewegten Punkten (wegen der ebengedachten Linienverbindung) nothwendig gleich. Setzen wir daher beide Arme von ungleicher Länge, während die Fallbestimmungen der Endpunkte A und B gleich groß angenommen worden, so wird der längere Arm die größere, der kürzere die kleinere Geschwindigkeit haben, und die Momente beider Arme werden sich verhalten wie ihre Geschwindigkeiten. Das Gleichgewicht des Hebels wird nun aufgehoben (und beim größeren Arme Uebermucht) seyn, und nur dann wieder hergestellt werden, wenn dem kürzeren Arme durch Vermehrung seiner Fallbestimmung ersetzt worden ist, was ihm in Beziehung auf Bewegung an Geschwindigkeit abgieng. Nennen wir die Fallbestimmungen oder die bewegenden Kräfte Last oder Gewicht (P p), und die Armenlängen schlechthin Längen (L l), so wird das Gleichgewicht wieder eintreten, wenn die Gewichte sich umgekehrt verhalten wie die Längen $P:p = L:l$, d. i. wenn die statischen Momente (als die Produkte der Gewichte und der Längen) sich gleich geworden sind; $Pl = pL$ ist. — Den eben beschriebenen Hebel nennt man auch den der ersten Art, oder den Doppelarmigen, ihn unterscheidend von jenem, bei welchem die bewegenden Kräfte auf einer Seite liegen oder in einem Arme wirken, welcher sich um den Stützpunkt frei herumdreht, und wo P p sich auch umgekehrt verhalten, wie ihre Entfernungen vom

Unterstützungspunkte, während ebenfalls sie nach entgegengesetzter aber vom doppelarmigen Hebel abweichender Richtung: das eine nach oben, das andere nach unten zu wirken. Wirken P und p schief auf c, so entsteht der gebrochene oder Winkelhebel, dessen Gleichgewicht eintritt, wenn P und p sich umgekehrt verhalten wie die Perpendikel aus dem Unterstützungspunkte auf die Richtungen der Kräfte. — Sind statt der gedachten geraden Linien feste Körper auf ähnliche Weise wie AB in s unterstützt, so nennt man die Vorrichtung einen physischen Hebel, für den die Gesetze des mathematischen Hebels gelten, wenn man noch das Gewicht der Arme, die Reibung an der Unterstützungsfläche und den Widerstand der Luft gegen die Bewegung mit in Anschlag bringt. Beispiele des physischen Hebels der ersten Art gewähren die gemeine Krämerwage, und die feine hydrostatische und chemikalische Wage vergl. §. 6. Anm. 9. die römische oder Schnellwage (mit ungleich langen Armen und dem an längeren Arme befindlichen Laufgewichte) der Geisfuß der Maurer, die Brecheisen, Meissel, Zangen, Scheeren, die Hebebäume, die Einrichtung der zweyrädrigen Wagen, Karren, der Schnellbrücken rc.; Beispiele der Wirkung des Winkelhebels bieten die Glockenzüge dar und als Beispiele des physis. einarmigen Hebels möge dienen: der Futter- oder Lumpenschneider, der Schiebkarren, gewissermaaßen auch das Schiffsruder, der Arm des Menschen wenn er eine Last trägt, der Gebrauch der Sense, der Schaufel, der Zitronenpresse rc. Eine Verbindung, mehrerer verborgener Hebel zeigen die Automaten, insbesondere die auf Seilen schwingenden, die Taschenspielertische, die sehr einfach scheinenden leeren Kästchen der Taschenspieler, aus welchen hineingelegte Ringe rc., während des Hineinlegens, oder unmittelbar nach dem Verschließen wiederum in die Hände der Taschenspieler fallen rc. Wie sehr die Hebel dazu dienen können fast unmerkliche Bewegungen beträchtlich zu vergrößern zeigen unsere eigenen Muskeln auffallend, wo oftmals die durch geringe Anschwellung des Muskels erzeugte kleine Bewegung, die beträchtlich größere der Bewegung eines ganzen Gliedes zur Folge hat.

7) Bereits §. 44. (S. 75.) und §. 51. Anm. 3. (S. 84.) gedachten wir des Schwerpunktes; hinsichtlich seines Verhältnißes zur Bewegung bemerken wir hier noch Folgendes. Jeder Körper ruht, solange die Richtungslinie seines Schwerpunkts oder seine Falllinie unterstützt ist, und er ruhet um so sicherer, je weiter von dieser Linie entfernt, die sie umgrenzende Unterlage ist, welche die gleichweit vom Schwerpunkt vertheilten gewichtigen Einzeltheile des Körpers stützt, gleichgültig, ob dabei die Falllinie unmittelbar gegen oder zwischen die Unterstützungsflächen fällt. Durch Aenderung der Lage bewegter

Körper, fällt häufig die Falllinie über die äussersten Unterstützungspunkte hinaus; wird hiebei dem Körper nicht sogleich wieder eine neue Stütze geboten (wie dieses z. B. bei manchen Künsten der Seiltänzer und sog. engl. Reuter der Fall ist), so fällt der Körper um, und nach Umständen von Höhen herab. Bei der von der schiefen Ebene herabrollenden Kugel und bei dem gleicher Bewegung unterworfenen Cylinder, desgleichen beim Herablaufen bewegter runder Scheiben, der Räder rc. fällt die Falllinie stets über die Unterstützungsrichtung hinaus, und daher überschlagen sich kuglich rc. gestaltete, auf der geneigten Ebene abwärts bewegte Körper während der ganzen Dauer ihrer Bewegung; Würfel und ähnliche Gestalten gestatten hingegen ein Herabgleiten, weil hier die Richtungslinie des Schwerpunkts stets innerhalb der Stützungsgrenzen bleibt. Bei stehenden Menschen und Thieren fällt der Schwerpunkt zwischen die Füße, und beim Aufstehen müssen wir den Oberleib vorbiegen und die Füße zurückziehen. — Bei jedem Körper von überall gleicher Dichte, fällt der Schwerpunkt mit dem Mittelpunkt seiner Gestalt zusammen, daher bei der Kugel von gleicher Dichte, der Mittelpunkt zugleich der Schwerpunkt ist, und weshalb er bei einem gleichdichten senkrechten Cylinder und beim geraden Prisma in die Mitte seiner geometrischen Axe, beim Parallelepipedon in den Durchschnittspunkt seiner Diagonalen rc. fällt. Indeß ist die Dichte keines Starren durchaus gleichförmig, und daher muß die Richtung des Schwerpunktes meistentheils durch Versuche gefunden werden, durch Balanciren, Schwimmen des Starren auf schweren Flüßigkeiten, rc. wo dann deren senkrechte Falllinie durch ihren Schwerpunkt geht. Bei Triangeln, Hohlkugeln, Eymern, Ringen rc. fällt der Schwerpunkt in die zwischen ihnen befindliche Flüßigkeit (Luft rc.) und wenn die nach Aussen geschlossenen Gefäßräume ähnlicher Art (z. B. Hohlkugeln) leer sind, in deren Leere. Sind innerhalb der Umgrenzung eines Körpers bewegliche Theile von verschiedener Gewichtigkeit gegeben, so ändert sich mit jeder veränderten Lage des Körpers auch der Innenort seines Schwerpunktes; z. B. flüssiges Merkur enthaltende, von schiefen Flächen herab sich überschlagende Puppen und mehrere ähnliche Spielereien. — Beispiele merkenswerther Verhältniße des Schwerpunkts zur bleibenden und zur veränderlichen Unterlage der zugehörigen Körper, gewähren die schiefstehenden Thürme zu Gelnhausen, zu Bologna und Pisa, die Rollampe des Cardanus, die Einrichtung und Wirkung des Hodometer oder Wegemesser für Wagen die des berganlaufenden Kegels und Cylinders, der sog. Stehaufchen (Figuren von Hollundermark oder Kork mit bleiernem Boden) des chinesischen Purzelmanns und Gauklers und der sog. Sägefiguren, der Quecksilberuhr, des Schiffscompasses und die Balancierkünste

der Aequilibristen z. B. die der indianischen Gaukler, die an frei hingestellten Bambusstämmen hinaufkletternd, oben angelangt, verschiedene künstliche Bewegungen vollbringen; und die des sog. nordischen Herkules, dessen ungewöhnliche Muskelkraft in Verbindung ist mit dem durch Uebung zu großer Vollkommenheit gebrachten Gefühle für die leiseste Abweichung der Richtungslinie des Schwerpunkts balancirter Körper; ein Gefühl welches auch bei kletternden, hüpfenden und springenden Thieren z. B. bei Gemsen, Steinböcken, Känguruhs ꝛc. für die veränderliche Stellung des eigenen Leibes auffallend stark entwickelt ist. Ausserdem werden die Wirkungen des Schwerpunkts benutzt bei der Einrichtung der meisten Maschinen.

8) Ausser der schiefen Ebene, dem Keil und der Schraube rechnet man zu den einfachen Maschinen (d. h. Vorrichtungen, durch welche zu bestimmten Zwecken bewegende Kräfte zur Wirksamkeit gebracht werden) oder sog. Potenzen, auch den Hebebaum, die Wage, die feste und bewegliche Rolle, die Flaschenzüge und Rollenzüge, das Rad an der Welle, das Rad mit Getriebe, das Tretrad und die Tretscheibe. Die Maschinenlehre bestimmt die Wirkungen dieser verschiedenen Maschinen, sowohl wenn dieselben für sich betrachtet, als auch, wenn sie untereinander zu zusammengesetzteren Maschinen verbunden werden. Die Gesetze der „Schwungkraft," die des „Schwerpunkts," des Hebels und der schiefen Ebene sind es, welche zunächst in allen einfachen und zusammengesetzten Maschinen ihre Anwendung finden. Die beste Maschine ist diejenige, welche (alles dabei zu berücksichtigende in Anschlag gebracht) die verlangte Wirkung auf die einfachste, unveränderlichste, sicherste und leichteste Art gewährt. Die bewegenden Kräfte sind gewöhnlich die lebendigen Muskel- und Druckkräfte eines oder mehrerer Menschen, oder auch der Thiere, insbesondere der Pferde (da sie nie mit gleicher Stärke andauern, so sind ihre Wirkungen stets ungleich) und die todten des fließenden und des springenden Wassers, des Windes, des Wasserdampfs und anderer erhitzter Gase (z. B. der erhitzten atmosphärischen Luft, des explodirenden Schießpulvers; vergl. d. Gewerbsfreund B. IV.), der Federkraft und die der schwebenden oder lastenden Gewichte. Gewöhnlich verhält sich die eine oder andere dieser bewegenden Kräfte zu der dadurch erzeugten Wirkung, wie sich die Geschwindigkeit dieser Wirkung zur Geschwindigkeit der Kraft verhält. Die Hebelade des Hebebaums dient dazu, beim Hinaufheben schwerer Lasten die Stützpunkte allmählig höher zu bringen, um dadurch an Hubkraft zu spahren (während man an Hubzeit verliehrt); es vermag z. B. jemand, der binnen

einer gewissen Zeit eine 100 Pfund schwere Last auf einen Wagen hebt, mittelst der Hebelade in 10mal soviel Zeit 1000 Pfund hinauf zu heben. — Die genauesten und empfindlichsten Wagen bestehen am besten aus möglichst langen, hohlen, mit ihren Basen in der senkrechten Richtung des Unterstützungspunkts verbundenen, messingenen, im Feuer vergoldeten Kegel, den sog. Wagebalken (d. s. Arme eines doppelarmigen Hebels), deren Schwerpunkt sich —jedoch nicht zu tief— senkrecht unter der Hauptaxe befindet, ferner aus Schalen, die vollkommen gleich viel wiegen, und daher auch verwechselt das Gleichgewicht der Hebelarme zulassen, und aus genauen, nicht abgeriebenen oder beschmutzten Gewichten; vergl. S. 18. §. 7. Anm. 9. Die feste Rolle wirkt als doppelarmiger Hebel und als Winkelhebel, wenn die oberwärts um sie gelegten Seile ꝛc. nicht parallel wirken, sie dient daher nur zur Veränderung der Richtung eines Zubewegenden oder einer Bewegungskraft, aber nicht um dadurch an letzterer zu spahren. Bei der beweglichen Rolle zieht die eine Kraft mittelst eines Klobens in der Gegend ihres Mittelpunktes, die andere an dem freien Ende einer unterwärts um die Rolle geschlagenen Schnur, deren anderes Ende in entgegenstehender Richtung irgendwo befestigt ist. Sind hiebei die Schnüre parallel, so stellt sie einen einarmigen Hebel dar, an welchem beide entgegengesetzt gerichteten Kräfte senkrecht wirken; laufen die Schnüre in anderen Richtungen, so wirkt sie wie ein zweiarmiger Hebel. In den Flaschen- und Rollzügen werden mehrere Rollen in mit einander verbundenen Seilen getragen, und die zu hebende Last am unteren Kloben gehoben, während der obere an dem Orte befestigt ist, wohin man die Last bewegen will. Bei parallelen und senkrecht gespannten Seilen, vertheilt sich die Last in die den unteren Kloben sammt seinen Rollen tragenden Seile gleichmäßig und bei 6 Seilen reicht mithin $^1/_6$ der des Gewichtes der Last als Zugkraft gebraucht hin, ganzen zu hebenden Last das Gleichgewicht zu halten. Es versteht sich von selbst, daß auch hier an Zeit und Geschwindigkeit verlohren geht, was an Hubkraft gewonnen wird. Am zweckmäßigsten sind jene Flaschenzüge, bei denen der eine Kloben (untere Flasche) fünf und deren andere Flasche vier (je zwey senkrecht untereinander befindliche) Rollen enthält. Wird die Rolle von einem dünnen, ihren Mittelpunkt senkrecht durchbohrenden Cylinder so getragen, daß sich beide gemeinschaftlich um dieselbe Axe drehen, so heißt sie das Rad an der Welle. Die eine Kraft wirkt gewöhnlich als zu hebende Last an dem einen Ende eines um den Cylinder gelegten Seiles, die andere am Umfange des Rades oder an einer in der Axe des Cylinders befestigten, gewöhnlich von Menschenhänden im Kreise zu bewegenden Kurbel

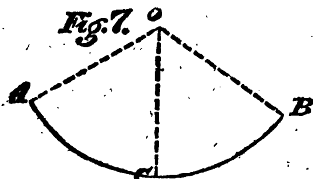
oder Krumzapfen). Der Mittelpunkt des Rades ist der Drehpunkt des hiebei wirkenden Hebels, der Halbmesser des Rades ist die Entfernung der bewegenden Kraft (Falls dieselbe am Umfange wirkt) und der Halbmesser des Cylinders (sammt der Hälfte der Dicke des umgelegten Seiles) die Entfernung der Last. Häufig wirkt auch die Kraft an Speichen, die in der Richtung der Halbmesser stehen (wie bei der Radwinde), oder an horizontalen, im Umfange des Rades angebrachten Querhölzern, oder an stufenartigen, von Menschen schnell nacheinander zu besteigenden Randhölzern des Randes, wie beim Tretrad. Greiffen dergleichen Erhabenheiten des Radrandes, oder die sog. Zähne desselben in die Vertiefungen der zugehörigen Trillinge oder Getriebe (Triebstöcke) ein, so erhält man das Rad mit Getriebe. Am besten greiffen hiebei ein und am leichsten gestatten die Wälzung epicicloidische Zähne. Sind statt des Rades nur einige Speichen (Hebelarme) in den Cylinder (die Welle) gesteckt, so heißt die Vorrichtung entweder ein Haspel, Falls die Welle horizontal läuft, oder eine Winde, wenn die Welle senkrecht um ihre Axe gedreht wird; im letzteren Falle sind die Träger der Winde entweder unbeweglich (z. B. die Hauswinde, die Ankerwinde, der Berghaspel), oder die Winde ist beweglich (z. B. die Erdwinde). Ist nur ein Halbmesser in der stehenden Welle (wie z. B. die Kurbel, und der Schwengel des Pferdegöpels, den die in die Runde gehenden Pferde ziehend bewegen), so nennt man die Vorrichtung Göpel. Ueber die Bewegung der Scheiben vergl. §. 59. u. §. 60. Anm. 2. Die Spinnräder sind bewegliche Rollen, in Verbindung mit wellenförmigen Spindeln, die nach den Gesetzen der Flaschenzüge und der umschwingenden Scheiben wirken. Auch der Krahn wirkt nach den Gesetzen des Hebels; und zwar nach denen des Rades mit Getriebe. Ein kleines Rad, das durch die Zähne eines großen Rades gedreht wird, heißt ein Kammrad. Ein Rad mit nach einer Richtung stehenden schirfen Zähnen, zwischen welche beim Umdrehen des Rades ein Sperrhacken so fällt, daß das Rad nicht rückwärts zu gehen vermag, nennt man ein Sperrrad, und ausserdem unterscheidet man noch im allgemeinen Stirn- oder Sternräder und Kronräder. Vermöge der bei (besonders bei kleinen) Rollen sehr beträchtlichen Reibung (§. 52. Anm. 3.) und der Steiffigkeit der Seile (a. a. O.) soll bei einem Flaschenzuge, dessen untere bewegliche Flasche 5 Rollen enthält, mit einer Zuggewalt z. B. eines Mannes = 150 Pfund, statt 750 Pfund nicht mehr als 500 Pfund gehoben werden können. In der englischen Rolle ist das Frictionsmoment sehr vermindert, mittelst sechs kleiner, in einem (um den Mittelpunkt der Rolle gemachten) Kreisausschnitt befindlicher (an dessen Umfang und an

dem — im Kloben befestigten — cylindrigen Zapfen anliegender) Walzen, deren Axen dadurch die Beibehaltung ihrer Lage sichern, (und damit sonst mögliches Zusammenstoßen der Walzen verhüten) daß sie freibeweglich in Vertiefungen eingesenkt sind, welche zur Seite befindliche Blechringe darbieten. Man benutzt diese verbesserten Rollen vorzüglich auf Schiffen, und 3 Mann sollen damit mehr Last zu bewegen vermögen, als mittelst gewöhnlicher Flaschenzüge 5 Mann hinaufziehen können. (Zur Minderung der Friction und der durch Reiben entstehenden Erhitzung benutzt man ausser den oben — S. 123. Anm. 5. — erwähnten Mitteln, gewöhnlich Theer oder grüne Seife, oder sog. Klauenfett und Knochenfett; hinsichtlich der Fette und Oele bemerken wir hiebei, daß es der flüssige Theil derselben ist, welcher Behufs der Reibungs- und Erhitzungsminderung das Meiste leistet, und da alle natürliche Fette und fetten Oele neben diesem flüssigen noch einen festeren, talgartigen Bestandtheil enthalten, so wäre zu wünschen, daß man die zum Einschmieren rc. zu benutzenden Oele, durch hinreichende Erkältung, zuvörderst von ihren bei eintretender Kälte zuerst gerinnenden Theilen befreiete.) Beim Rade an der Welle vermindert man die Reibung bis ins Unmerkbare, indem man sie mittelst Frictionsräder vom Umfange der Zapfen nach dem der Axen jener Räder versetzt. Statt daß nemlich, wie gewöhnlich, die Enden der Welle des Rades in einer Pfanne (oder in einem hohlen Halbcylinder) laufen, bewegt sich bei dieser Einrichtung jedes der Enden entweder innerhalb des Umfangs dreier Räder (von denen sich jedes um seine eigne Axe dreht, und die nicht miteinander verbunden sind) oder auf dem Umfange zweyer Räder, denen jedes der Wellenende aufliegt; und gleichwie ein schwerer Körper auf Walzen weit leichter fortbewegt, als er auf ebenem Grunde fortgeschoben wird (§. 52. Anm. 3.), so reiben sich auch hier die Wellenenden nicht ununterbrochen auf der unbeweglichen Fläche einer festen Pfanne, sondern jedesmal nur stellenweise am Umfange eines der berührten Frictionsräder. Verhält sich hiebei der Umfang des Wellenendes zu dem jedes Rades wie 1 zu 15, so muß die Welle sich fünfzehnmal um ihre Axe drehen, während sich die Frictionsräder nur 1 Mal umdrehen, und mithin in gleichem Verhältniß die an ihren Umfängen statthabende Reibung mindern; Joh. Garnett wandte diese Einrichtung auf Rollen an, und führte so die oben beschriebene Verbesserung der „englischen Rolle" herbei. — Uebrigens ist beim gewöhnlichen Rade die Friction an der Axe proportional der aufliegenden Last, dem Durchmesser der Axe und der Geschwindigkeit der Bewegung. Stählerne Axen, die bei großer Haltbarkeit sehr dünn sein können, vermindern mithin vermöge ihrer geringen Querdurchmesser, die Reibung

sehr merklich. — Werden Stahlfedern oder Gewichte als bewegende Kräfte benutzt (z. B. in der Taschenuhr und in großen Pendeluhren, im Bratenwender rc.) so müssen sie nach Ablauf gewisser Zeiten wieder gespannt oder aufgewunden (aufgezogen) werden, daher benutzt man sie gemeinhin nur in Fällen, wo keine sehr geschwinde Bewegung bezweckt wird, und leistet bei Anwendung der Feder, als solcher, auf Gleichförmigkeit der Bewegung Verzicht. Denn jemehr die Spannung der Feder abnimmt, um so mehr mindert sich auch ihre bewegende Kraft. Um diesem Mangel abzuhelfen und Gleichförmigkeit in die durch die Feder erzeugte Bewegung zu bringen, benutzt man die sog. Schnecke, d. i. ein von spiralförmigen Rinnen umlaufener hohler abgestutzter Kegel, der sich um eine oben und unten (aus dem Kegel) hervorragende Welle dreht, an deren mittlerem (innerhalb des Kegels befindlichen gesonderten) Theile befestigt ist, und dessen unterer Rand mit einem Rade in Verbindung steht, welches mit seinen Zähnen in die der anderen Räder der Maschine eingreifft. Mit der Feder ist er durch eine Kette verbunden, deren ihm zugewendetes Ende, ohnfern seines unteren Randes befestigt ist. Wird die Schnecke so gedreht, daß sich die Kette aufwindet, so ist dadurch die Feder gespannt, und indem nun diese, gemäß ihrer Federkraft (§. 53. Anm. 4.) auf die Kette drückt, nöthigt sie die Schnecke sich um ihre Welle zu drehen, in einer Richtung, welcher jener entgegen ist, in der die Kette aufgewunden wurde. Bei gänzlich aufgewundener Kette, drückt mithin die dann am stärksten gespannte Feder am heftigsten auf die Kette, und diese am wenigsten auf die Welle, und umgekehrt, wenn die Kette bis nahe zum unteren Rande abgewunden ist, übt die Feder die geringste Wirkung auf die Kette, diese dagegen — da sie nun den größtmöglichen Umfang ihres Wirkens ereicht hat — die größte Kraft auf die Welle aus, mithin gleichen sich aus, oder compensiren sich die größte Kraft der Feder und die geringste der Kette auf die Welle, für diejenige Bewegung, welche von dem unteren Rande der Schnecke aus dem damit verbundenen Rade und dadurch der ganzen Maschine mitgetheilt wird, und die ganze Maschine bleibt im gleichförmigen Gange. Eine Einrichtung von der eben beschriebenen Art zeigt die Taschenuhr, deren Zeitmesser die pendelartigen Schwingungen einer elastischen Spiralfeder sind (a. a. O. u. §. 54. Anm. 5. u. f.), welche schwingend die sie befestigende Axe, und dadurch die von letzterer getragene Unruhe (d. i. ein kleines Schwungrad) abwechselnd vor- und rückwärts dreht, und dabei zugleich (mittelst einer mechanischen Vorrichtung) in das Räderwerk der Maschine eingreifft, welches von der (mit ihrer Spannung das Gewicht der Pendeluhren vertretenden) Feder der Trommel fortdauernd zur Bewegung getrieben wird.

9) Da ein Körper in gleicher Zeit den Raum AB (der oben S. 119. gegebenen Fig. 5.) durchfallen würde, in welcher er die Bahn AD ungehindert durchläuft, so muß auch ein durch die Schwere bewegter Punkt die senkrechte Linie AE in Fig. 3. (S. 111.) in derselben Zeit durchfallen, in welcher es sich — ebenfalls gleichmäßig beschleunigt — auf einer von D bis dem (in Fig. 3.) senkrecht unter AC befindlichen Punkte E zu denkenden geraden Linie d. i. durch die Sehne DE bewegt. Je kleiner aber diese Sehne und der zugehörige Bogen DE sind, um so mehr wird die erstere sich dem letzteren nähern, und hinge ein schwerer Punkt durch die gerade und unbiegsame Linie CD (Fig. 3.) mit dem festen Punkte C zusammen, während es sich von D gegen E fallend bewegte, diesen Bogen unendlich klein genommen — so würde es, indem er den Bogen DE durchliefe zu betrachten seyn, als hätte er statt dessen die angenommene Sehne DE beschrieben. Ein unter dem angegebenen Verhältniße zu C durch Bogen fallender Punkt, heißt ein einfaches oder mathematisches Pendel, die Fallbewegung selber eine Pendelschwingung, und zwar eine halbe Schwingung, wenn der schwere Punkt nur Bogen durchläuft, die in einem Punkte senkrecht unter dem Aufhängepunkte C, d. i. in dem tiefsten Punkte seiner Bahn enden; eine ganze hingegen, wenn der schwere Punkt, jenseits dieses tiefsten Punkts (E), vermöge der in ihm erlangten Endgeschwindigkeit, und der nun (gleichmäßige beschleunigend) entgegenwirkenden Schwere (§. 51. u. f.) bis zu einem Punkte hinaufgetrieben wird, der mit jenem Punkte, von welchem seine Bewegung überhaupt anfing (d. i. mit dem Anfangspunkte des ersten halben Schwunges) in derselben horizontalen Ebene liegt. (Die ganze Schwingung pflegt auch die einfache und zwey dergleichen zusammengenommen — die entstehen, wenn der schwere Punkt von seinem höchsten Steigpunkte wieder zum ersten Ausgangspunkte seines Fallens zurückkehrt — die zusammengesetzte Schwingung oder Oscillation genannt zu werden.) Vergl. oben §. 63. Anm. 1.

10) Es sey in Fig. 7.



die Linie Ao mit ihrem in A befindlichen schweren Endpunkte ein einfaches Pendel, so ist klar, daß für dasselbe Ruhe nur dann

möglich ist, wenn es in der Richtung der Schwere, also wenn A senkrecht unter o gemäß der geraden Linie o c hängt; bei jeder von dieser Richtung abweichenden Lage, wird es (da es um den Punkt o freibeweglich ist) Kreisbogen durchlaufen, deren Mittelpunkt o ist, und dabei in c den tiefsten Punkt erreichen. Fragen wir zuvörderst, wie sich die Fallgewalt des schwingenden Punktes A zu einem ebenfalls schweren, aber frei fallenden Punkte verhält, so zeigt das Verhältniß des Pendels zu o, daß der Fallbeschleunigung, welche die Erdschwere in A ausübt, auf ähnliche Weise durch die nicht schwere in c endende, unbiegsame Linie A o aufwärts ziehend entgegengewirkt wird, wie dieses beim Fall auf der schiefen Ebene hinsichtlich der Fallrichtung und der in derselben wirksamen Fallgewalt A B (s. oben S. 119. Fig. 5.) durch die in B C (Fig. 5.) gegendrückende Gewalt geschieht. Wir können daher annehmen, als sey die Bahn des schweren Punktes A in Fig. 7., die derselbe von A bis c und aufwärts von c bis B schwingend beschreibt, aus einer unendlichen Menge von schiefen Ebenen zusammengesetzt, von denen jede dritte in ihrer Richtung von der ihr vorhergehenden zweiten um ebensoviel abweicht, als die zweite von der ersten abwich, und mithin, als sey die in c erreichte Geschwindigkeit, gleich einer Geschwindigkeit, welche erlangt worden seyn würde, wenn der schwere Punkt A, vom Scheitel der höchsten dieser schiefen Ebenen bis zur Grundlinie der tiefsten im Punkte c, d. i. durch alle Höhen der zwischen A und c angenommenen schiefen Ebenen, oder vielmehr durch eine senkrechte Linie frei gefallen wäre, deren oberer Endpunkt mit dem Punkte A und deren unterer mit dem Punkte c in ein und derselben horizontalen Ebene liegt. Hörte, wenn der Punkt A in c angelangt ist, die Schwere in ihn einzuwirken auf, so würde A, lediglich zufolge der durch sein Fallen bis c erlangten Geschwindigkeit (und gemäß der Trägheit) noch einmal so weit in der durch o erzwungenen Richtung fortschwingen müssen, als er bereits bis c an Schwungbahn zurückgelegt hatte; da nun aber die Schwere auch jenseits c auf A eben so einwirkt, wie dieses diesseits c der Fall war, so wird A in seiner nun aufwärts gerichteten Bewegung von Moment zu Moment eben soviel durch die Schwerewirkung verliehren, als es zuvor dadurch an Geschwindigkeit gewonnen hatte, und mithin in B angelangt, zu steigen aufhören, weil hier der letzte ihm noch gebliebene Antheil von Schwungkraft durch die eben so große Gewalt der in denselben Zeittheilchen einwirkenden Schwere ins Gleichgewicht gebracht oder aufgehoben wird. Da nun nach geschehener Aufhebung der Schwungkraft durch die Schwere, die letztere erneuernd einzuwirken nicht aufhört, so wird A vom Punkte B an wieder zu c fallend zurück, und von da wieder bis zum Punkte A hinauf schwingen u. s. f.

ins Unendliche abwechselnd die Bahnen A c B und B c A beschreiben, und dabei stets gleiche Zeiten verbrauchen oder isochronisch schwingen müßen.

11) Vollendete das schwingende Pendel die Schwingungen durch alle denkbar größeren und kleineren Bögen in derselben Zeit, in welcher es z. B. den Bogen A c B durchschwingt, so würden seine Schwingungen tautochronisch sein; ein Fall, der aber nur bei gleichgroßen oder bei unendlich kleinen Bogen möglich ist, weil das Pendel auf größeren Bögen etwas mehr Zeit erfordert, als es zum Durchschwingen kleinerer Bögen verbraucht. Erreichen indeß die Bögen noch nicht 15 Grad, so ist der Unterschied des Zeitverbrauchs erst nach mehreren tausend Schwingungen wahrnehmbar, und Pendel die in so kleinen Bögen schwingen, gelten daher für "tautochronisch". — Die höhere Mathematik lehrt, daß sich die Fallzeit durch unendlich kleine Bogen des Halbkreises zur Zeit des senkrechten Falles durch den Durchmesser des Kreises (oder durch irgend eine Sehne des Halbkreises) verhällt, wie der vierte Theil des Umkreises zu dessen Durchmesser d. i. nahe wie $\frac{355}{4}$: 114 oder wie 785,39823 zu 1000,00000. Indem nun aber die Zeiten gleich groß sind, welche zum Durchfallen des Durchmessers des Kreises und der Sehne des zugehörigen Halbkreises verbraucht werden, und sich mithin die Zeiten, in denen ein schwerer Punkt die Sehne verschiedener Halbkreise durchfällt verhalten, wie die Quadratwurzeln der zugehörigen Kreisdurchmesser (§. 40. Anm. 4.) kleine Bogen aber den zugehörigen Sehnen sehr nahe kommen (oben Anm. 8.), und dieses Verhältniß des Falles durch die Sehne zum Schwunge durch kleine Bogen auch bei verschiedenen Kreisen gleichbleibend ist, so müssen sich auch die Schwingungszeiten ungleichlanger Pendel verhalten, wie die Quadratwurzeln der Kreisdurchmesser, in deren Bogen sie schwingen, oder (da die Pendel Kreishalbmesser sind, und diese sich verhalten wie die Durchmesser) wie die Quadratwurzeln der Pendellängen, also auch die Längen der Pendel, wie die Quadrate ihrer Schwingungszeiten, und mithin die Zahl der Schwingungen verkehrt wie die Schwingungszeiten, und es werden gleichlange Pendel gleichzeitig schwingen können, während bei ungleich langen Pendeln, das kürzere schneller, das längere langsamer schwingen muß; vorausgesetzt, daß die Schwere mit gleicher Gewalt auf die Pendel wirkt, was jedoch nur unter gleichen geogr. Breiten und bei gleichen Höhen der Beobachtungsorte über Meeresfläche der Fall ist (§. 17. Anm. 4. u. §. 59. Anm. 1. u. f.). Soll mithin ein Pendel an ein und demselben Orte zu einem einfa-

chen Schwunge noch ein Mal so viel Zeit verbrauchen, als ein anderes, so muß es vier Mal so lang sein, als dieses andere, soll es drei Mal so viel Zeit verbrauchen, so wird es neun Mal so lang sein müssen; ꝛc.

12) Sind aber die Bogen des schwingenden Pendels nicht sehr klein, wie zuvor angenommen würde, sondern merklich groß, so gelangt der Punkt A in c wirklich um etwas eher an, als er durch die Sehne des Halbkreises fallend c erreichen würde; weil die Sehne von der horizontalen Linie weniger abweicht, als dieses bei solchen Bogen der Fall ist, und mithin der im Bogen fallende Punkt A gleich beim Anheben des Fallens eine größere Beschleunigung erhält, als der längs der Sehne sich bewegende schwere Punkt; s. oben Anm. 9. Vergleicht man hingegen nicht die Bewegung des schweren Punktes durch den Bogen, mit der längs der Sehne, sondern diejenige des schweren Punktes durch Bogen von verschiedener Größe miteinander, so findet sich, daß zum Durchschwingen des größeren Bogens etwas mehr Zeit verbraucht wird, als zu dem durch kleine Bogen, und wiewohl dieser Unterschied erst zwischen Bogen bedeutend wird, deren Größe über 15° beträgt; so nöthigt er dennoch, bei genauen Zeitbestimmungen auf die Größe des Aufhebungs- oder Elevationswinkels des schwingenden Pendels Rücksicht zu nehmen; so, daß also die Schwingungszeit eines einfachen Pendels bedingt ist: 1) durch die Länge des Pendels, 2) durch die Größe des Aufhebungswinkels und 3) durch die beschleunigende Gewalt der Schwere. Bezeichnen wir die Längen zweyer Pendel durch L, l, die an zwey Orten verschieden wirkende Schwere durch G g, so werden sich die Schwingungen zweyer ungleich langen Pendel verhalten wie $T : t = \sqrt{L} : \sqrt{l}$, und zweyer ungleich von der Erdschwere bestimmten Pendel, wie $T : t = \sqrt{g} : \sqrt{G}$, wenn in beiden Fällen alles Uebrige gleich ist.

13) Verbrauchte ein mathematisches, in unendlich kleinen Bogen schwingendes Pendel, zu einer Schwingung eine Sekunde Zeit, so würde es ein einfaches oder wahres Sekundenpendel seyn, und müßten die Längen zweyer wahren Sekundenpendel an zwey verschiedenen Erdorten verschieden seyn, um Sekundenpendel zu bleiben, so würde daraus folgen, daß die Erdschwere an dem einen der Orte eine größere Gewalt ausübe, als an dem anderen; und man würde mithin durch Bestimmung des Längenverhältnißes beider Pendel, den Unterschied der Fallgewalt beider Orte finden, wie man denn wirklich die Höhe des ungehinderten Falles in der ersten Sekunde erhält, wenn man die zuvor erforschte halbe Länge des wahren Sekundenpendels des Orts mit der Quadratzahl von (der, das Verhältniß des Kreises zum Durch-

messer ausdrückenden Ludolphschen Zahl =) 3,1415926 ... = 9,869604 multiplicirt.

14) Sind in einem Pendel mehrere schwere Punkte verbunden, von denen jeder für sich in besonderen, von den übrigen abweichenden Bogen schwingen würde, so heißt das Pendel ein zusammengesetztes, und sofern es aus wirklicher raumerfüllender Masse besteht: ein physisches Pendel. Der Zusammenhang der denkbaren einzelnen schwingenden Punkte, wird wechselseitig zum störenden Hinderniß im Schwingen und führt dadurch zur mittleren Schwingung je zwey untereinander schwingender und mithin sämmtlicher verbundener Punkte, d. i. des ganzen Pendels. Man findet daher die Länge des physischen Pendels (die bekannt sein muß, wenn man die Gesetze des einfachen Pendels auf die Schwingungen des zusammengesetzten anwenden will), wenn man die Entfernung des Aufhängepunktes von jenem Punkte bestimmt, der (aus dem Mittel wechselseitiger Störung aller Punkte hervorgegangen) so schwingt, als ob er allein ein schwerer Punkt (oder eigentlicher Schwingungspunkt Centrum oscillationis) sey, und alle übrigen durchaus unschwer wären. Es ist daher dieser Schwingungspunkt zu betrachten, als der schwere Punkt eines einfachen Pendels, das mit dem zusammengesetzten gleichzeitig schwingt. Die mathematische Analyse lehrt das Verfahren, für jedes physische regelmäßig gestaltete Pendel die Länge des mit ihm gleichzeitig schwingenden einfachen Pendels zu berechnen; vergl Kästner's Anfangsgründe der höheren Mechanik. Göttingen. u. f. 1766. 8. S. 194. u. 243. f., Bohnenberger's Astronomie. 630. u. f.; Karsten's Lehrbegriff der Mathematik. I. Th. 2 B. Abschn. VI. u. IV. Th. Abschn. VIII. u. IX. Wir entnehmen daraus folgende Regeln: a) Bei einer um ihren Endpunkt pendelartig schwingenden überall gleichgestalteten (z. B. cylindrischen oder parallelepipedalischen) Stange, deren Querschnitte überall gleich groß sind, und deren (z. B. Metall-) Masse überall gleichartig ist, liegt der Schwingungspunkt vom Aufhängepunkte um ²/₃ ihrer Länge entfernt; b) in einer, an einem nicht merklich schweren Faden aufgehängten Kugel aus gleichartiger Masse, liegt der Schwingungspunkt unter dem Schwerpunkte der Kugel um ²/₅ des Quotienten, der gefunden wird, wenn man das Quadrat des Radius der Kugel mit der Entfernung ihres Schwerpunkts vom Aufhängepunkte dividirt. (Bei einer Kugel von 1 paris. Zoll Durchmesser, ist hiernach der Schwingungspunkt um 0,033 paris. Linie unter ihrem Schwerpunkte.). Bei einer kleinen metallenen, nur 1 ¹/₂ bis 2 Linien Durchmesser habenden Kugel, die an einem möglichst zarten, ungesponnenen Hanffaden hängt, fällt der Mittelpunkt der Kugel mit

dem Schwingungspunkte fast zusammen; in welche Lage der letztere gebracht wird, wenn der Faden merklich schwer ist, s. a. a. O. und Gren's Naturlehre. 6te Aufl. S. 141—142. Hat man die Entfernung des Schwingungspunkts vom Aufhängepunkte gefunden, so kann man die Länge des wahren Sekundenpendels eines Ortes durch Beobachtung finden; Gren a. a. O. Die Astronomen pflegen dazu phys. Pendel anzuwenden, die gewöhnlich aus Pendelstangen bestehen, an derem unterem Ende eine Kugel angeschraubt worden, während sich am oberen Ende eine, mit scharfer Schneide auf eine Ebene aufliegende Axe und eine mechanische Vorrichtung befindet, die das Pendel mittelst eines Gewichts (s. oben S. 131.) Tage hindurch in Schwingungen von gleicher Größe erhält.

15) Schon Newton zeigte durch Versuche mit Pendeln, welche den so eben beschriebenen ähnelten, und spätere Beobachtungen bestätigten es, daß man keine Schwingungsänderung erhält, wenn man z. B. statt messingener, eiserne, oder goldene, oder bleierne, oder hölzerne, oder beinerne ꝛc. Kugeln (von gleichem Durchmesser) anschraubt, woraus folgt, daß der Fallraum für verschiedene, einander ungleichartige Materien, beim ungehinderten Fall in der ersten Sekunde derselbe ist, und daß mithin die Schwere auf alle gewichtige Materien ohne Unterschied auf gleiche Weise und mit gleicher Stärke wirkt, oder daß alle Materien gleich schwer, aber nicht gleich gewichtig (oder nicht gleich lastend) sind.

16) Alle zu physischen Pendeln benutzbaren Materien werden in ihrer Länge verändert durch die sich ändernde, ausdehnende Wärme ihrer Umgebungen, daher die Ausgleichungs- oder Compensationspendel, z. B. die rostförmigen, doppeltblächigen ꝛc.; vergl. Gilbert's Ann. XXV, S. 36. f.; m. Experimentalphysik. I. 1. Cap.

17) Die Pendelschwingungen gewähren genaues Zeitmaaß, welches wir haben, seitdem Huyghens das Pendel an den Uhren zum Zeitmesser machte und so Erfinder der Pendeluhren ward. Auch wollte Huyghens die Länge des wahren Sekundenpendels als natürliches Grundmaaß des Raumes eingeführt wißen; ein Gedanke, den 1808 Prof. Steinhäuser weiter verfolgte, und indem er dazu die mittlere Länge des Pendels unter einer bestimmten mittleren Polhöhe (45° n. Br.) wählte, suchte er dem Huyghenschen Vorschlage, jene Anwendbarkeit zu gewähren, welche man früher, der Aenderungen der Pendellängen von den Polen der Erde bis zu ihrem Aequator hinauf eingedenk (§. 60. Anm. 3.) für unmöglich erachtet hatte; vergl. d. Gewerbsfreund III. S. 143. 145. u. f.

15, Mehrere der genauesten Beobachtungen geben die Länge des wahren Sekundenpendels für mittlere Sonnenzeit unter dem Aequator = 439,2066 paris. Lin., und diesem gemäß unter dem Pole = 441,6928 p. L.; darnach würde sie unter 45° n. B. sein = 440,3995 p. Lin. (und der Fallraum in der ersten Sekunde unter 45° = 85125); Bohnenberger a. a. O. 651. f. Daß die Länge des wahren Sek. P. nach dem Aequator zu kleiner und mithin auch die Schwere geringer ist, als in unseren Breiten, zeigten zuerst die Beobachtungen des franz. Astronom Richer, welche derselbe zu Cayenne 1672 anstellte.

§. 64.

Da sämmtliche, auch noch so ungleichartige Materien auf gleiche Weise und mit gleicher Stärke von der Schwere zur (Fall-) Bewegung bestimmt werden (§. 63. Anm. 15.) so müssen auch die §. 59. Anm. 5 bis 9. und am Schluß des vorigen §. ausgesprochenen Gesetze der Anziehungsgrößen von einander entfernt bewegter schwerer Massen (s. oben S. 110. 111. und 115.) anwendbar seyn: auf die Erklärung der Verhältniße der Bewegung und der gegenseitigen Einwirkung der Weltkörper.

§. 65.

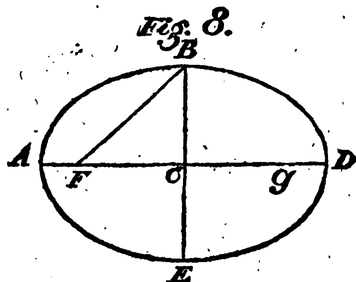
Tychot de Brahe's Beobachtungen setzten Kepler (geb. 1571, gest. 1630.) in den Stand für die Erklärungen der Bewegungen der Weltkörper unseres Sonnensystems, folgende Gesetze abzuleiten: a) jede von einem Planeten um die Sonne beschriebene Bahn ist eine Ellipse, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht; b) die von dem Planeten in gleichen Zeiten durchlaufenen Bogen der Ellipse, umspannen Sectoren von gleich großen Flächenräumen, deren gemeinschaftliche Spitze der Sonnenmittelpunkt ist; c) die Quadrate der Umlaufszeiten von je zwey Planeten verhalten sich wie die Würfel ihrer mittleren Entfernungen von der Sonne.

1) Kepler beobachtete zuerst am Planeten Mars, daß dessen Bahn um die Sonne eine Ellipse bilde, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht, und daß dessen Radius vector (§. 59. Anm. 3.) in

gleichen Zeiten gleiche Räume um diesen Brennpunkt zurücklege, und sprach, was hier beobachtungsgemäß gegeben war, zuvörderst hypothetisch als Gesetz für die Bahnen der übrigen Planeten aus, indem er zeigte, daß die Annahme solcher Bahnen allein zur Erklärung der Beobachtungen genüge. Newton (geb. 1642, gest. 1727.) bewieß hierauf, daß, wenn ein Körper in einer Ellipse oder Parabel, oder Hyperbel um einen seiner Brennpunkte sich bewege, und sein Radius vector in gleichen Zeiten gleiche Räume um diesen Brennpunkt beschreibe, er von einer Centralkraft bestimmt werde, welche von diesem Brennpunkte aus wirkend, im verkehrten Verhältniße der Quadrate der Entfernung abnehme; s. oben §. 58—59. und Kästner's Anfangsgründe der höheren Mechanik oder der mathematischen Anfangsgründe. IV Th. 1 Abth. Vergl. auch Huyghen's Gesetz der Schwungkraft. §. 59. Anm. 6.

2) Newton bewieß ferner, daß, wenn sich zwey Körper elliptisch um einen und denselben Brennpunkt bewegen, und wenn die Quadratzahlen ihrer Umlaufszeiten sich verhalten, wie die Würfel ihrer halben großen Axen, die vom Brennpunkte auswirkende Centralkraft sich umgekehrt verhalte, wie die Quadrate der Entfernung. Was Newton mit Bestimmtheit hinsichtlich des Gesetzes der Bewegungskraft der Weltkörper entwickelte, erwieß Joh. Bernoulli in der größten Allgemeinheit. Schon vor Newton hatte man die Schwere als „Streben zum Erdmittelpunkte" bezeichnet, aber er bewieß aus der elliptischen Bahn eines Körpers, daß die Centripetalkraft mit der Schwere gleichbedeutend sey. Er zeigte nemlich, daß, wenn jener Punkt, nach welchem die Centripetalkraft gerichtet ist, von dem in der Ellipse bewegten Körper sich unendlich weit entferne (und mithin alle Linien von diesem Körper, in welchem Punkte der Bahn er sich auch befinden mag, zu jenem Centripetalkrafts-Punkte gezogen, einander parallel laufen) die krumme Linie eine Parabel werde, und daß hier, wie bei Galilei's Parabel geworfener Körper (§. 51. Anm. 4.) die Centripetalkraft eine aus dem Punkte wirkende Zugkraft, d. i. die Schwere sey, und indem er nun ferner durch Versuche mit dem Pendel (§. 63. Anm. 12.) bewieß, das bei gleicher Ferne von der Erde alle Materien gleich schwer seyn, und mithin nur das Gewicht der Materien als einziger Maaßstab für die Menge der schweren (ziehbaren) Materie übrig bleibe, so zeigte er die Nothwendigkeit seiner Annahme, daß die anziehende Gewalt sich verhalte wie die Menge der Materie (§. 63. Anm. 1. u. f.), und daß mithin die Schwere eine allen Materien zukommende, allgemeine Kraft raumerfüllender Wesen sey.

3) In der eine Planetenbahn vorstellenden Ellipse Fig. 8. sein



F und G die beiden Brennpunkte, und F jener in welchem die Sonne steht, so ist AD die große Axe (oder die Absidienlinie) und die durch den Mittelpunkt derselben senkrecht gezogene Linie BE die kleine Axe der Planetenbahn. Jede zwey, aus beiden Brennpunkten auf irgend einen Punkt der Bahn gezogenen geraden Linien, sind zusammengenommen gleich der Länge der großen Axe; z. B. $FB + GB = AD$, und auch $AG = FD$. In A ist der Planet in der Sonnennähe (Perihelium), in D in der Sonnenferne (Aphelium), in B und E in mittlerer Sonnenferne. Im ersteren Falle hat also der Planet die größte Umlaufsgeschwindigkeit, im zweyten die kleinste; vergl. oben §. 65. Keplers 2tes Gesetz und §. 65. Anm. 2. Für die Erde ist (wenn die Sonne in F steht) die jedesmalige Ferne in Erdhalbmessern ausgedrückt AF gleich 23691, $FD = 24501$, FB oder FE oder $AC = 24096$ und $FC = 24096 - 23691 = 405$; mithin die Excentricität $= \frac{FC}{AC} = 24096 : 405 = 0{,}016807$.

4) Endlich zeigte Newton, daß der Mond in seiner Bahn erhalten werde, gemäß der im umgekehrten Verhältniß der Quadrate der Entfernung verminderten Erdschwere.

§. 66.

Die von Kepler hypothetisch abgeleiteten und von Newton erwiesenen Gesetze (§. 65.) bestätigten auf's vollständigste die früher von Copernikus (geb. 1472, gest. 1543.) aufgestellte Behauptung, daß nicht, wie man bis dahin — gemäß den altegyptischen, ptolemäischen und späteren tychonischen Vorstellung — wähnte, die Erde von den Planeten in Epicykloiden und von der Sonne und von den übrigen Weltkörpern (in großen Kreisen) umlaufen werde, sondern daß vielmehr die Erde sich um ihre Axe drehend die ihrer Drehrichtung entgegen-

gesetzte tägliche scheinbare Bewegung des Himmels und (begleitet von dem Monde) binnen einem Jahre die Sonne umlaufend, die binnen dieser Zeit statthabende Aenderung des Standes der Sonne zur Erde zu Wege bringe, so wie auch, daß die Planeten (mit ihren Nebenplaneten, Trabanten oder Monden) ihre veränderliche Stellung am Himmel, einem ähnlichen Umlaufsverhältniß zur Sonne verdanken.

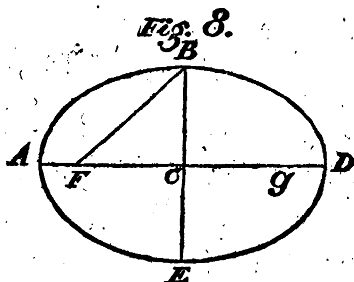
§. 67.

Diesem compernikanischen Systeme gemäß befindet sich die Sonne in der Mitte jenes Raumes, in welchem die Planeten, Nebenplaneten und Cometen ihre Bahnen beschreiben, und sind die Fixsterne Sonnen, die jenseits des Raumes unseres Sonnensystems in so größen Entfernungen vorkommen, daß sie ihre scheinbare gegenseitige Lage nicht ändern, wenn sie auch innerhalb der Erdbahn und auf der Erde von möglichst entfernten und abgeänderten Standpunkten betrachtet werden, gleichwie schon auf der Erde befindliche Gegenstände, wenn man sie von verschiedenen Orten aus betrachtet, um so weniger ihre scheinbare gegenseitige Lage ändern, je weiter sie von dem Betrachtenden entfernt sind.

1) In dem Schwerpunkte unseres Sonnen-Systems dreht sich die Sonne (wie die Bewegung der Sonnenflecken nach parallelen Richtungen von einem Sonnenrande zu dem entgegengesetzten anderen zeigt) in 25 Tagen 14 Stunden und 8 Minuten einmal von Abend gegen Morgen fortdauernd um ihre Axe, während dieses andauernden Umschwungs die sie umlaufenden Weltkörper beleuchtend (mit Lichtstrahlen, die von der Mitte der Sonne in parallelen, von den nach dem Sonnenrande zu liegenden Theilen der Sonnenoberfläche in — bei der großen Ferne für uns nur wenig — concentrischen Strahlen zu den dunkelen Planeten und Nebenplaneten, und zu den selbst leuchtenden Cometen gelangen).

2) Ohnfern der Ebene des Sonnenäquators laufen die Planeten und Nebenplaneten in (mit Ausnahme der Bahn der Pallas und Juno) wenig excentrischen Ellipsen von Abend gegen Morgen um die Sonne, in solchen Fernen, daß jeder folgende Planet (wenn man die vier teleskopischen, Juno, Pallas, Ceres und Vesta, — für Bruchstücke eines Weltkörpers haltend — sie für einen Planeten rechnet) ungefähr noch einmal so weit von der Merkur-

3) In der eine Planetenbahn vorstellenden Ellipse Fig. 8. sein



F und G die beiden Brennpunkte, und F jener in welchem die Sonne steht, so ist AD die große Axe (oder die Absidienlinie) und die durch den Mittelpunkt derselben senkrecht gezogene Linie BE die kleine Axe der Planetenbahn. Jede zwey, aus beiden Brennpunkten auf irgend einen Punkt der Bahn gezogenen geraden Linien, sind zusammengenommen gleich der Länge der großen Axe; z. B. FB + GB = AD, und auch AG = FD. In A ist der Planet in der Sonnennähe (Perihelium), in D in der Sonnenferne (Aphelium), in B und E in mittlerer Sonnenferne. Im ersteren Falle hat also der Planet die größte Umlaufsgeschwindigkeit, im zweyten die kleinste; vergl. oben §. 65. Keplers 2tes Gesetz und §. 65. Anm. 2. Für die Erde ist (wenn die Sonne in F steht) die jedesmalige Ferne in Erdhalbmessern ausgedrückt AF gleich 23691, FD = 24501, FB oder FE oder AC = 24096 und FC = 24096 − 23691 = 405; mithin die Excentricität $= \frac{FC}{AC} = 24096 : 405 = 0{,}016807$.

4) Endlich zeigte Newton, daß der Mond in seiner Bahn erhalten werde, gemäß der im umgekehrten Verhältniß der Quadrate der Entfernung verminderten Erdschwere.

§. 66.

Die von Kepler hypothetisch abgeleiteten und von Newton erwiesenen Gesetze (§. 65.) bestätigten auf's vollständigste die früher von Copernikus (geb. 1472, gest. 1543.) aufgestellte Behauptung, daß nicht, wie man bis dahin — gemäß den altegyptischen, ptolemäischen und späteren tychonischen Vorstellung — wähnte, die Erde von den Planeten in Epicykloiden und von der Sonne und von den übrigen Weltkörpern (in großen Kreisen) umlaufen werde, sondern daß vielmehr die Erde sich um ihre Axe drehend die ihrer Drehrichtung entgegen-

gesetzte tägliche scheinbare Bewegung des Himmels und (begleitet von dem Monde) binnen einem Jahre die Sonne umlaufend, die binnen dieser Zeit statthabende Aenderung des Standes der Sonne zur Erde zu Wege bringe, so wie auch, daß die Planeten (mit ihren Nebenplaneten, Trabanten oder Monden) ihre veränderliche Stellung am Himmel, einem ähnlichen Umlaufsverhältniß zur Sonne verdanken.

§. 67.

Diesem compernikanischen Systeme gemäß befindet sich die Sonne in der Mitte jenes Raumes, in welchem die Planeten, Nebenplaneten und Cometen ihre Bahnen beschreiben, und sind die Fixsterne Sonnen, die jenseits des Raumes unseres Sonnensystems in so größen Entfernungen vorkommen, daß sie ihre scheinbare gegenseitige Lage nicht ändern, wenn sie auch innerhalb der Erdbahn und auf der Erde von möglichst entfernten und abgeänderten Standpunkten betrachtet werden, gleichwie schon auf der Erde befindliche Gegenstände, wenn man sie von verschiedenen Orten aus betrachtet, um so weniger ihre scheinbare gegenseitige Lage ändern, je weiter sie von dem Betrachtenden entfernt sind.

1) In dem Schwerpunkte unseres Sonnen-Systems dreht sich die Sonne (wie die Bewegung der Sonnenflecken nach parallelen Richtungen von einem Sonnenrande zu dem entgegengesetzten anderen zeigt) in 25 Tagen 14 Stunden und 8 Minuten einmal von Abend gegen Morgen fortdauernd um ihre Axe, während dieses andauernden Umschwungs die sie umlaufenden Weltkörper beleuchtend (mit Lichtstrahlen, die von der Mitte der Sonne in parallelen, von den nach dem Sonnenrande zu liegenden Theilen der Sonnenoberfläche in — bei der großen Ferne für uns nur wenig — concentrischen Strahlen zu den dunkelen Planeten und Nebenplaneten, und zu den selbst leuchtenden Cometen gelangen).

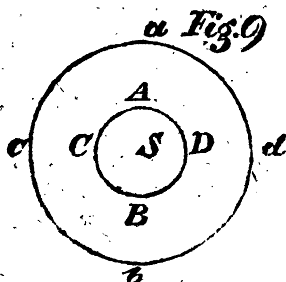
2) Ohnfern der Ebene des Sonnenäquators laufen die Planeten und Nebenplaneten in (mit Ausnahme der Bahn der Pallas und Juno) wenig excentrischen Ellipsen von Abend gegen Morgen um die Sonne, in solchen Fernen, daß jeder folgende Planet (wenn man die vier teleskopischen, Juno, Pallas, Ceres und Vesta, — für Bruchstücke eines Weltkörpers haltend — sie für einen Planeten rechnet) ungefähr noch einmal so weit von der Merkur-

bahn absteht, als der nächst nähere. Denken wir uns nämlich die mittlere Entfernung des Saturn von der Sonne aus 100 gleichen Theilen bestehend, so kommen für die Entfernung von der Sonne bis zum Merkur 4 dieser Theile, vom Merkur bis zur Venus 3, von da bis zur Erde 6, von hier bis zum Mars 12, vom Mars bis zu der mittleren Ferne der vier, nur durch gute Fernröhre schaubaren kleinen Planeten 24, von dieser bis zum Jupiter 48 und von da bis zum Saturn 96. Aus dieser Progression schloß schon Kepler, daß zwischen Mars und Jupiter noch ein Hauptplanet sich bewegen müße; Olbers bestimmte darauf gegen Ende des vorigen Jahrhundert die Gegend, wo dieser Planet oder, wenn er zertrümmert sey, wo dessen Bruchstücke zu suchen seyen, und veranlaßte so die Entdeckung der genannten 4 teleskopischen Planeten.

3) Gleich der Erde drehen sich wahrscheinlich auch die übrigen Planeten während des Umlaufs um die Sonne andauernd frei um ihre Axe; von den größeren kennt man aus Beobachtungen die Zeit der Axendrehung fast so genau, als die der Erdumdrehung. Die Axendrehungs-Geschwindigkeit nimmt zu mit der Entfernung von der Sonne (d. h. die ihr näheren Planeten drehen sich langsamer um die Axe, als die entfernteren), und die Drehung selber erfolgt wahrscheinlich bei allen Planeten in der Richtung von Abend gegen Morgen.

4) Durch die Axendrehung und durch die fortschreitende Bewegung der Erde entstehen für uns jene zwey scheinbaren Bewegungen, die der täglichen Drehung der ganzen Himmelskugel und des jährlichen Laufs der Sonne um die Erde, welche vor Copernicus und von dessen Gegnern für wirkliche Bewegungen genommen wurden.

5) Es sey S in Fig. 9.



die Sonne, der Umkreis ACBDA bezeichne die Bahn der die Sonne umlaufenden Erde, und acbda einen größten Kreis um die Erdbahn an der scheinbaren Grenze (des von der Erde aus überall hohlkuglich erscheinenden Himmels, mithin) der Himmels-

kugel, so wird ein von der Erde aus die Sonne erblickender Beobachter, wenn er mit der Erde in A ist, die Sonne nach der Richtung AS seinem Auge gegenüber in b, und wenn er in C ist, nach der Richtnng SC gegenüber in d sehen, bewegt er sich dann mit der Erde weiter nach B, so wird sie ihm gegenüber in a, und wenn er sich darauf in D befindet, gegenüber in c und ist er wieder in A angelangt, von Neuem in b erscheinen; während er also mit der Erde die Bahn ACBDA wirklich beschreibt, wird es ihm scheinen müßen (als sey der Kreis ACBDA im Verhältniß zu dem größten — unermeßlichen — Kreise acbda gleich einem ruhenden Punkte, und) als habe die Erde geruhet, und die Sonne dagegen den größten Kreis in der, der wirklichen fortschreitenden Erdbewegung (von Westen nach Osten) entgegengesetzten Richtung, also von Osten nach Westen beschrieben. Zugleich wird die Sonne von dem Beobachter, in dieser ihrer scheinbaren Bahn von Tag zu Tag weiter östlich erblickt werden, und da der genannte größte wie jeder Kreis 360 Grade hat, und die Erde 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten und 48 Sekunden braucht, um die Sonne zu umlaufen, so wird dem Beobachter die Lage der Sonne von Tag zu Tag fast um einen Grad (d. i. um etwas mehr als der scheinbare Durchmesser der zur Frühlings- oder Herbstzeit beobachteten Sonne oder des Mondes doppelt genommen) weiter östlich sich ändern.

6) Da sich aber die die Sonne umlaufende Erde nicht in einer Kreisbahn, sondern in einer Ellipse bewegt (§. 65. Anm. 3) so muß sich auch für den Beobachter die „scheinbare Größe der Sonne" ändern, je nachdem die Erde der Sonne näher kommt oder sich mehr von ihr entfernt; daher erscheint uns die Sonnenscheibe zur Zeit unseres Sommers d. i. während der Sonnenferne etwas kleiner, als zur „Zeit unseres Winters", d. i. während der „Sonnennähe". Diese veränderlichen scheinbaren Größen treten gerade so ein, wie sie gemäß der elliptischen Bahn erfolgen müßen, und nicht wie sie z. B. auch möglich würden, wenn die umlaufende Erde einen Kreis beschriebe, während sich die Sonne nicht im, sondern neben dem Kreismittelpunkte befände. — Aus der elliptischen Fortwälzung der Erde wird ferner, in Verbindung mit dem §. 65. Anm. 2. ausgesprochenen Gesetze der Wirkung der (Sonnen-) Schwere in die Ferne, nothwendig hervorgehen, daß, indem die Erde zur Zeit der Sonnenferne d. i. zur Zeit unseres Sommers sich langsamer, und zur Zeit der Sonnennähe d. i. zur Zeit unseres Winters sich schneller fortwälzt, wir (und zwar acht Tage) länger Sommer als Winter haben.

7) Wenn bei dem Laufe der Erde um die Sonne die Erdaxe „senkrecht" auf der Erdbahn wäre, so würden die Bewohner der Gegen-

den des Erdgleichers (Erdäquators) tagtäglich, während des ganzen Jahres, zur Mittagszeit die Sonne in ihrem Scheitelpunkte (oder Zenith) d. i. in dem höchsten Punkte, über dem Scheitel des zum-Himmel-hinauf-Blickenden) haben, und von denen aus der Mitte der Sonnenscheibe kommenden parallelen Strahlen senkrecht getroffen werden; und der Fußpunkt (oder Nadir, d. i. der dem Zenith entgegengesetzte tiefste Punkt, senkrecht unter dem Aufschauenden, in der demselben entgegengesetzten, ihm unsichtbaren Himmelskugel) würde zur Mittagszeit mit dem Mittelpunkte der sog. Sonnenscheibe in ein und dieselbe senkrechte Linie fallen, und derselben als entgegengesetzter Endpunkt angehören. Es würden dann ferner die parallelen Sonnenstrahlen mit der Horizontallinie jedes neben dem Aequator nach den Erdpolen zu liegenden Ortes der Erdoberfläche (diese als gleichförmige Kugeloberfläche gedacht) einen während des ganzen Jahres unveränderlichen Winkel bilden (der um so größer sein würde, je näher der Ort dem Aequator und je entfernter derselbe von dem einen oder andern Erdpole läge), und mithin würde in dieser angenommenen Stellung der fortwälzenden Erde, für keinen Ort auf derselben ein eigentlicher Wechsel der Jahrszeiten möglich seyn, sondern nur die größere oder geringere Ferne von der Sonne, könnte für jeden Ort allmählige leichte Uebergänge der Temperatur der einzelnen Zeittheile des Jahres bewirken; die Tage und Nächte würden hingegen auf der ganzen Erde immer gleich seyn.

8) Diesem Allem ist aber nicht also, weil die „Erdaxe" gegen die „Erdbahn" unter einem Winkel von 23 Graden und 28 Minuten „geneigt" ist; gleichwie auch die Axen der übrigen Planeten (und die Bahnen der Nebenplaneten) mit ihren Bahnen um die Sonne größere oder kleinere Winkel bilden, und die Bahn unseres Mondes als Nebenplanet der Erde, mit der Bahn der letzteren einen kleinen Winkel macht. — Gemäß dieser Neigung der Erdaxe wird zu derselben Zeit, in welcher die nördliche Erdhalbkugel die Strahlen der Sonne mehr senkrecht erhält, die südliche Halbkugel dieselben in einer mehr schiefen Richtung erhalten, und zu einer anderen Zeit hingegen der umgekehrte Fall eintreten, und zu einer dritten Zeit werden beide Halbkugeln von der Sonne mit gleich geringerer Schiefe bestrahlt werden. Daraus entspringt in der ersten Zeit für die nördliche Halbkugel Sommer und gleichzeitig für die südliche Winter, in der dritten Zeit für die nördliche Herbst und für die südliche Frühling, und in der zweiten Zeit für die nördliche Winter und für die südliche Sommer.

9) Dieselbe Ursache (die Axenneigung der fortrollenden Erde) erzeugt auch die sog. Himmelsstriche oder Erdzonen und die Klimate (oder die nach der „Dauer des längsten Tages im Jahr „bestimmten Zonen). Der ersteren giebt es fünfe: die eine heiße Zone zwischen den beiden Wendekreisen, zwey gemäßigte zwischen den Wendekreisen und den Polarkreisen, und zwey kalte innerhalb der Polarkreise beider Pole. In der heißen Zone fallen die Sonnenstrahlen während des ganzen Jahres zur Mittagszeit am meisten senkrecht, in den gemäßigten mehr schief, und am meisten schief in den kalten. (Den Bewohnern der Aequatorgegenden gehen die Gestirne — mithin auch die Sonne — senkrecht auf und unter, und die Himmelskugel für diese Gegenden heißt daher auch die senkrechte Sphäre (Sphaera recta), uns und allen zwischen dem Aequator und den Polen wohnenden steigen sie schief auf und nieder, daher schiefe Sphäre (S. obliqua) und wäre es möglich, daß wir einen oder den anderen, z. B. den von der geringeren Eismenge umgebenen Nordpol zu erreichen vermögten — wie schon öfters, wiewohl bisher vergeblich versucht wurde — so würden wir zur Tageszeit die Sonne und zur Nachtzeit die Gestirne weder auf- noch untergehen, sondern sie mit dem Horizonte parallele Kreise beschreiben sehen (parallele Sphäre: S. parallela). Jemand, dem dieses erhabene Schauspiel würde, der hätte den Polarstern, und senkrecht über denselben, so weit seine Einbildungskraft den Himmel zu verfolgen vermag, den einen der Weltpole im Scheitelpunkte. Der im tiefsten Norden stehende Polarstern, den alle uns sichtbaren Gestirne scheinbar umkreisen, der eben darum das Zurechtfinden (Orientiren) am gestirnten Himmel erleichtert, wird vom suchenden Auge leicht gefunden, wenn man durch jene zwey äussersten Sterne des sog. Siebengestirns oder großen Bären, welche mit zwey ihnen fast parallel gestellten Sternen desselben Sternbildes ein beinahe regelmäßiges Quadrat einschließen, in Gedanken eine gerade Linie so weit hinauf zieht, bis dieselbe auf einen lebhaft leuchtenden einzelnen (als den hiemit gefundenen Polar-) Stern trifft. — — Der Klimate sind 30. Es sind nemlich unter dem Aequator selbst Tag und Nacht stets gleich, seitwärts hingegen, nördlich und südlich von demselben nur an den beiden Tagen der Frühlings- und Herbst-Nachtgleichen. Im ersten Klima (seitwärts des Aequators) ist die Dauer des längsten Tages 12 ½ Stunden, im zweiten 13 Stunden und sofort in jedem nächsten um eine halbe Stunde zunehmend, bis der längste Tag des 24ten Klimas 24 Stunden hat. In den nun folgenden, noch übrigen sechs Klimaten, ist die Dauer des längsten Tages des nächstfolgenden Klimas stets um einen

Monath größer, als die des vorhergehenden, so daß an jedem der beiden Erdpole in jedem Jahre 6 Monathe Tag und ebensolange Nacht ist. Indeß wird die Finsterniß der langen Polarnächte gemindert durch die lange Abend- und Morgendämmerung (welche erstere für die Polarländer des Nordpols bis zum 12. November dauert, und deren letztere für dieselben Länder schon den 29. Januar anhebt) und durch die Nord- und Süd-Lichter.

10) Zufolge der durch den Umlauf der Erde um die Sonne bewirkten Veränderung der Lage der Sonne gegen die Erde, während der täglichen Axendrehung der letzteren (oben Anm 5. S. 143.), und gemäß der ungleichen Geschwindigkeit der sich fortwälzenden Erde, ist die Dauer der Tageslängen für einen und denselben Ort nie gleich, oder ist Sonnenzeit und Sternzeit verschieden. Denn während bei der Axendrehung der Erde, die von der Erde nicht umlaufen werdenden sehr fernen Sterne ihre Stelle am Himmel unverändert behalten, muß uns, die wir uns mit der Erde während deren Axendrehung in der Umlaufsrichtung um die Sonne fortbewegen, die Sonne täglich in ihrer scheinbaren Jahresbahn um etwas fortrücken: und zwar entgegen der scheinbaren täglichen Bewegung des Himmels, mithin sich täglich um etwas (fast 4 Minuten) verspäten. Dieselben östlich aufgehenden Sterne werden uns daher täglich früher aufgehen (oder wenn wir sie z. B. bei einer ersten Beobachtung gleich nach Sonnenuntergang am östlichen Himmel aufsteigen sahen, so werden sie uns am folgenden Tage der untergehenden Sonne, also dem westlichen Himmel etwas näher gerückt erscheinen) und nach Verlauf eines Monaths wird dieses ohngefähr 2 Stunden betragen, so daß dieselben Sterne erst wieder nach 12 Monathen (oder nach Ablauf eines Jahres) in Beziehung auf die Sonne dieselbe Lage haben, die sie beim Anheben der ersten Beobachtung hatten. Daher der Unterschied der Sonnentage und der Sternentage. Nimmt man das Mittel aus der größten und kleinsten jener scheinbaren rückgängigen Sonnenbewegung, so ist ein solcher mittlerer Sonnentag = 24 Stunden, 3 Minuten und 56 Sek. Sternenzeit, und ein Sternentag = 23 St. 56 Min. 4 Sek. Sonnenzeit. Am 11. Febr., 14. May, 26. Julius nnd 1. Novbr. sind wirklicher und mittlerer Sonnentag einander fast gleich.

11) Zur weiteren Erläuterung der aus der Axendrehung und der Sonne umlaufenden Bewegung der Erde entspringenden Erscheinungen, erinnern wir hier an folgende, aus der mathematischen Geographie und Astronomie entnommene, und durch künstliche Erd- und Himmelskugeln leicht anschaulich zu machende Annahmen und Sätze:

a) Denken wir uns an der Himmelskugel einen größten Kreis, als Umgränzer einer durch den Erdmittelpunkt gelegten, mit der Ebene des scheinbaren Horizonts (d. i. jener scheinbaren, kreisrunden Begrenzung der Erde vom Himmel, welche wir, um uns blickend, von jedem, freie Aussicht gewährenden, Orte wahrnehmen) parallelen, den Himmel schneidenden Ebene, so ist dieses der wahre Horizont, der auf freien Ebenen, z. B. auf dem Meere (§. 51. Anm. 3.) wegen der unermeßlichen Himmelsferne (wodurch die Erde selber gleichsam zum Mittelpunkte der Himmelskugel wird; s. oben Anm. 5. S. 143.) mit dem scheinbaren zusammenfällt, der die Himmelskugel in zwey Hälften theilt, und von jedem der höchsten Punkte beider Hälften d. i. von dem Zenith und Nadir (oben Anm. 7.) um 90° entfernt ist. Zieht man daher von einem dieser letztgenannten Punkte längs der Halbkugel eine Linie bis hinunter zum Horizonte, so beschreibt dieselbe einen Viertelskreis, und heißt, so fern sie durch irgend einen an der Halbkugel zu bestimmenden zwischen Horizont und Zenith liegenden Punkt geht, der Scheitelkreis oder Abstandskreis oder der Abstandsquadrant. Um zu erfahren, wieweit nun z. B. der zu bestimmende Punkt vom Horizonte abstehe, mißt man die Entfernung desselben nach Graden mittelst eines Winkelmessers oder Goniometers (gewöhnlich mittelst des Quadranten).

b) Jene Axe, um welche sich die Himmelskugel scheinbar dreht (oben Anm. 5.) nennt man die Weltaxe, und ihre Endpunkte die Weltpole (der Nordpol in der uns sichtbaren und der Südpol in der jenseitigen Hälfte der Himmelskugel). Die Kreisbahn, welche die aufgehende Sonne über dem Horizonte bis zur größten Höhe oder bis zu ihrer oberen Culmination, (also vom Morgen bis zum Mittag) und von hier aus bis zum Untergange (Abend), und dann unter dem Horizonte vom Untergange bis zum tiefsten Punkte der Bahn d. i. bis zur nichtsichtbaren unteren Culmination, (Mitternacht) und von hier wieder hinauf bis zum Horizonte macht, heißt ihr Tageskreis, und jene ähnlichen, einander parallelen Tageskreise der Sterne, Parallelkreise (a. a. O.), deren größter der Himmelsäquator genannt wird, weil er als solcher die Himmelskugel in die nördliche und südliche Hälfte theilt.

c) Ueberhaupt aber bestimmt man die Lage einzelner Orte auf der Erdkugel und einzelner Sterne an der Innenfläche der Himmelskugel mittelst des Durchschnitts zweyer Kreise, deren Lagenverhältniß gegen die Pole, gemäß der Gradeintheilung der Kreise, durch Abzählen auszumitteln ist. Also verfährt man dreimal: 1) für den Horizont, 2) für den Aequator und 3) für die

scheinbare Sonnenbahn (s. oben Anm. 7. S. 143 – 144.) oder die Ekliptik. Die gegenseitige Lage aller drei großen Kreise zeigt die Armillarsphäre.

d) Ein größter, den Horizont senkrecht durchschneidender Kreis, durch den Mittelpunkt der Sonne (oder eines Sterns) dann gezogen, wann dieselbe ihre (oder derselbe seine) obere Culmination erreicht hat, d. h. wenn sie culminirt, heißt der Mittagskreis oder Meridian, geht als solcher, den Horizont in zwey Gegenpunkten schneidend, nothwendig auch durch die Culminationspunkte sämmtlicher Weltkörper, und gibt mit seinem mittäglichen Durchschnittspunkte den wahren Südpunkt, oder das wahre Süd, und mit seinem mitternächtlichen den wahren Nordpunkt oder das wahre Nord. Die gerade Linie zwischen beiden Gegenpunkten heißt die Mittagslinie, und eine in der Ebene des Horizonts senkrecht auf dieselbe gezogene gerade Linie, schneidet den Horizont zweymal, jedesmal 90° vom wahren Nord und wahren Süd im wahren West oder Westpunkte, und diesem gegenüber im Ostpunkte oder im wahren Osten, oder in jenen beiden Punkten, wo der Aequator und der wahre Horizont sich schneiden. Diese vier Punkte des Horizonts werden die Cardinalpunkte genannt, so wie die dadurch bestimmten Himmelsgegenden: die vier Weltgegenden, die man durch die Anfangsbuchstaben ihrer Namen mit N. S. W. O. bezeichnet. Jeder zwischen ihnen befindliche Viertelkreis des Horizonts in zwey Hälften getheilt, giebt die Richtungen der Nebengegenden: Nordwest (N. W.), Südwest (S. W.), Nordost (N. O.) und Südost (S. O.). Diese Nebengegenden auf gleiche Weise getheilt, geben die zweyten (acht) Nebengegenden: N. NW. und W. NW., S. SW. und W. SW., N. NO. und O. NO., S. SO. und O. SO., und aus diesen wiederum die mittleren genommen, liefern die (sechszehn) dritten Nebengegenden, welche man nach dem Namen der zwey nächsten Gegenden unter Zusatz des Wörtleins gen und Zufügung des Namens der Hauptgegend, nach welcher sie hinneigt, bezeichnet (z. B. die Gegend zwischen O. SO. und SO. ist SO. gen O. ꝛc., wie dieses die sog. 32 strahlige Windrose der Seekompasse und mancher Landkarten nachweißt, wo der mit einem Pfeile bezeichnete Strahl die Nordrichtung andeutet.).

e) Um nun gemäß Anm. a (oben S. 147.) das Verhältniß jedes Punktes (Sterns) an der Innenfläche der Himmelskugel zum Horizonte, und damit den Ort des Punktes zu bestimmen, nimmt man den wahren Süd als ersten Punkt des Horizonts, mißt dann zuvörderst den Theil des Scheitelkreises oder Höhenkreises zwischen dem Punkte und dem Horizonte, erhält so die Höhe des

Punktes (über dem Horizont d. i. die Polhöhe) und bestimmt nun auch die Zahl der Grade rc., um welche der Scheitelkreis des Punktes von dem den wahren Süd schneidenden Scheitelkreis, d. i. vom Meridiane absteht, an dem zwischen beiden Scheitelkreisen befindlichen Bogen des Horizonts, oder das Azimuth des Punktes; d. h. man mißt den Winkel, den der Scheitelkreis des Sterns mit dem Meridian des Orts macht. Da aber diese Bestimmung von der bei dem Horizonte jedes anderen Beobachtungsortes als eines nicht bleibenden Kreises abweichen und sowohl hinsichtlich der Höhe als des Azimuths mit dem nächsten Zeitmomente vermöge der Drehung der Himmelskugel sich ändern muß, so kann sie nur für den Horizont eines gegebenen Erdenorts gültig und nur in Beziehung auf den Aequator und die Ekliptik (als „bleibenden Kreisen") unveränderlich seyn. — Der dem Horizonte parallel laufende Kreis, zu dem ein Gestirn als scheinbarer Punkt gehört, dessen Höhe gemessen worden ist, heißt das Almucantharath. (Für Orte auf der Erdkugel, ist die Polhöhe gleichbedeutend mit dem Abstande des Ortes vom Erdäquator d. i. mit seiner geogr. Breite.).

f) Man sieht, das vorstehendes Verfahren der Höhen- und Azimuthbestimmung eines Gestirns jenem der geogr. Breiten- und Längen Bestimmung eines Ortes auf der Erdoberfläche ähnlich ist. Denn indem man sich die Erde durch den Erdäquator in Hälften (nördliche und südliche) getheilt denkt, während man die Endpunkte ihrer geogr. Axe Pole (Nord- und Südpol) nennt, und den Umfang der Erde, als den einer Kugel betrachtend, gleich jedem Kreise in 360 Grade getheilt sich vorstellt (jeden der Pole mithin 90° vom Aequator entfernt setzt) so bestimmt man die geographische Breite eines zwischen den Aequator und einem der Pole (also weniger als 90° vom Pol entfernt) liegenden Ortes, indem man den Bogen eines größten Kreises mißt, der durch den Ort senkrecht auf den Aequator und zugleich auch durch beide Pole geht, d. h. eines Erdmeridians, oder Mittagskreises der Erde. Da man aber durch dieses Verfahren nur den dem Aequator gleichlaufenden Kreis, d. h. den Parallelkreis anzeigt, unter welchem der Ort liegt, ohne zugleich das Lagenverhältniß des Ortes anzugeben, so bleibt die Ausmittelung des letzteren noch übrig, um die Frage nach dem eigentlichen und bestimmten Wo? des Ortes genügend zu befriedigeu. Dieses geschieht aber, indem man zur Bestimmung der Breite des Ortes noch die der geogr. Länge fügt, dadurch daß man den Winkel den der Meridian des Ortes mit einem willkührlich als ersten angenommenen Meridiane (z. B. wie jetzt gewöhnlich,

den 20° westlich von Paris denkbaren) macht, an dem Bogen des Aequators mißt, der zwischen beiden Meridianen enthalten ist, und dabei die Grade ꝛc. vom ersten Meridiane ostwärts (ungewöhnlicher westwärts) zählt; daher die Ausdrücke: östliche und (seltener) westliche Länge.

g) Da nun die Ebenen der Erdmeridiane in Gedanken bis zum Himmel erweitert zu ähnlichen größten durch die Zenithe des Orts und durch die Weltpole gehenden Kreisen der Himmelskugel (Meridiane oder Mittagskreise des Himmels) führen, und da die Erdaxe und die Ebene des Erdäquators ähnlicher Erweiterung unterworfen, die Weltaxe, Weltpole und den Weltäquator (oben Anm. b.) geben, so ist klar, daß ein dem vorigen gleiches Verfahren auch auf die an der Innenfläche der Himmelskugel sichtbaren Gestirne anzuwenden ist; geschieht dieses wirklich, so erhalten jene größten (sich sämmtlich in den Weltpolen schneidenden) Kreise, die Benennung: Abweichungs- oder Declinationskreise, und der (der geogr. Breite entsprechende) Bogen eines dergleichen Kreises, vom Gestirn bis zum Aequator, (oben Anm. d.) heißt die Abweichung oder Declination des Gestirns. Hingegen bedarf es zur Bestimmung des Längenunterschiedes zweyer Erdorte nicht einer der obigen ähnlichen unmittelbaren Winkelmessung, sondern nur der genauen Bestimmung jener Zeit, welche zwischen der nach einander eintretenden Culmination eines Sterns (oben Anm. b.) an beiden Orten verstreicht; denn da ein Sternentag (oder Tag der ersten Bewegung) in 24 Stunden getheilt wird (a. a. O.), der Stern mithin 360 Grade (nämlich den Kreis seiner scheinbaren Bahn von seinem Durchgange durch den Meridian d. i. seiner Culmination bis wieder zum nächstfolgenden Durchgange) binnen 24 Stunden durchläuft, so muß er binnen 1 Stunde 24 : 360 = 15 Bogengrade beschreiben, und hat daher z. B. der eine Ort denselben Stern zwey Stunden früher in seinem Meridiane als der andere Ort, so wird der Längenunterschied beider Orte 2.15° = 30° seyn, und culminirte der Stern für den ersten Ort nur um eine Minute früher, so wird jener Unterschied = 15′ im Bogen, und bei einem Zeitunterschiede von einer Sekunde = 15″ seyn. Uhren, welche dazu bestimmt sind, aus den Unterschieden der Culminationszeit die Längenbestimmung zweyer Orte möglich zu machen, müßen einen sehr gleichförmigen, durch Bewegung von einem Orte zum andern nicht merklich veränderlichen Gang haben; die größeren derselben nennt man Längenuhren (Seeuhren oder Zeithalter, engl. Time keepers), die kleineren, der Form nach den Taschenuhren ähnelnden: Chronometer; bequem ist es für obigen Zweck sie so einzurichten, daß sie nach Sternenzeit

(oben Anm. 10.) gehen. Statt die Culmination eines Gestirns an zwey verschiedenen Orten zu beobachten, um deren Längenunterschied zu finden, kann auch das Eintreten der Sonne in die Meridiane beider Orte, und der dadurch gegebene Zeitunterschied zu besagtem Zwecke benutzt werden, indem jener Ort, welcher von einem anderen z. B. um 15° Länge abweicht, eine Stunde früher Mittag hat, als der andere. Uhren, die binnen 1/24 eines Sonnentages (oben Anm. 1.) um 10 Stunde fortrückend, Mittags auf 12 zeigen, gehen nach wahrer Zeit, und an zwey Orten, deren jeder um 15° Länge, der eine östlich der andere westlich von einem dritten gerade 12 Uhr habenden Orte verschieden liegen, ist es dann bei dem östlichen 1 Uhr, beim westlichen hingegen 11 Uhr, und indem alle unter demselben Meridiane liegenden Orte des einen Halbkreises zu gleicher Zeit Mittag, und die des anderen zugehörigen Halbkreises dann Mitternacht haben, so ergiebt sich, daß auf der ganzen Erdoberfläche zusammengenommen, alle Tageszeiten zu gleicher Zeit vorkommen; wie folgende Uebersicht andeutet: Wenn die Sternwarte auf Seeberg bei Gotha 12 Uhr Mittag hat, so hat

Namen der Orte.	Nördliche Geogr. Breite oder Polhöhe derselben.			Uhr.			
Abo in Finnland	60°	27′	7″	12	46′	13″	
Basel	47	33	34	11	46	26	
Berlin	52	31	46	12	10	35	
Bern	46	56	54	11	46	53	
Bologna	44	29	36	12	2	27	
Bonn	50	24	30	11	56	6	
Breslau	51	6	30	12	25	15	
Brocken	51	48	12	11	59	14	
Cambrigde Engl.	52	12	36	11	17	22	
— Amerik.	42	23	28	6	32	29	Vorm.
Christiania	58	8	4	12	0	19	
Cölln	50	55	21	11	44	45	
Copenhagen	55	41	4	12	7	27	
Dillingen	48	34	33	11	59	5	
Dresden	51	3	37	12	12	2	
Edinburgh	55	56	42	11	3	55	
Erlangen	49	37	55	12	1	18	
Genf	46	12	0	11	41	39	
Gent	51	3	14	11	31	59	
Glasgow	55	51	32	10	59	57	Vorm.

Namen der Orte.	Geogr. Nördliche Breite oder Polhöhe derselben.			Uhr.			
Göttingen	51°	31'	58"	11	56'	48"	
Gotha (Seeberg-Sternw.)	50	56	7	12	0	0	
Greiffswalde	54	4	35	12	10	23	
Halle a. d. Saale	51	29	38	12	4	56	
Heidelberg	49	24	43	11	51	54	
Jena	50	56	30	12	3	33	
Insbruck	47	16	2	12	2	35	
Kiel	54	22	25	11	58	26	
Königsb. in Preuß.	54	42	12	12	39	0	
Krakau	50	3	52	12	36	51	
Landshuth in Baiern	48	33	11	12	5	52	
Leipzig	51	19	14	12	6	35	
Lemberg	49	51	40	12	53	15	
Leyden	52	9	30	11	53	1	
Löwen	50	53	26	11	35	51	
Lüttich	50	39	22	11	39	11	
Lund	55	42	0	12	9	43	
Moskau	55	45	45	1	47	16	Nachm.
München	48	8	20	12	3	24	
Münster	51	58	10	11	47	29	
Oxford	51	45	10	11	12	4	
Padua	45	23	40	12	4	35	
Paris	48	50	14	11	26	25	
Pavia	45	10	47	11	53	43	
Pesth	47	31	40	12	33	21	
St. Petersburg	59	56	23	1	18	17	Nachm.
Philadelphia	39	56	55	6	16	27	Vorm.
Pisa	43	43	7	11	58	30	
Prag	50	5	19	12	14	45	
Salzburg	47	48	2	12	9	17	
Stokholm	59	20	31	12	29	17	
Straßburg	48	34	56	11	48	3	
Tübingen	48	31	10	11	53	19	
Upsal	59	51	50	12	27	37	
Utrecht	52	5	12	11	37	33	
Wien	48	12	36	12	22	32	
Wilna	54	41	2	12	58	14	
Würzburg	49	46	6	11	56	46	
Zürich	47	22	13	11	51	15	

h) Aus dem Vorhergehenden folgt, daß, wenn Jemand die Erde in der Richtung der scheinbaren täglichen Bewegung der Sonne d. i. von Osten nach Westen umreiste, er zuletzt einen Tag, oder vielmehr einen Wechsel von Tag und Nacht weniger, und umgekehrt, wenn er die Erdumreisung in der entgegengesetzten Richtung von Westen nach Osten vollbrächte, er am Ende der Reise einen Tag mehr zählen würde, als er gezählt hätte, wenn er daheim geblieben wäre; eine Folgerung, welche zuerst bei Magellan's Reise um die Welt mit Verwunderung bestätigt, aber bald hinsichtlich ihres Grundes richtig erkannt wurde.

i) Die kreisförmige scheinbare, durch tägliches Fortrücken der Sonne in einander nicht parallelen Tageskreisen, von Abend gegen Morgen sich bildende Sonnenbahn oder Ekliptik (Anm. 8.) durchschneidet, Anm. c zufolge den Weltäquator unter einem Winkel, genannt die Schiefe der Ekliptik, von 23° 28′ zweimal, indem sie sich in Schraubengängen einmal bis zu einer gewissen Höhe über den Aequator erhebt, und das andere Mal bis zu einer gewissen Tiefe unter demselben senkt; die erstere Zeit giebt den Sommer (wo sie ihre fernste nördliche Höhe den 21. Junius erreicht), die letztere den Winter (wo sie zu ihrer fernsten südlichen Tiefe denn 22. December gelangt). Die Durchschnittspunkte heißen die Aequinoctial- oder Nachtgleichenpunkte, von denen der erstere, der Frühlingsnachtgleichenpunkt am 21. März, und der letztere der Herbstnachtgleichenpunkt den 23. September eintritt; verg. oben Anm.

k) Hat sich die Sonne in ihrer scheinbaren Bahn 23° 28′ vom Aequator entfernt, so kehrt sie mithin wieder zu demselben zurück; einmal von ihrer größten Culminationshöhe zur Zeit des Sommers zum Herbstnachtgleichenpunkte, und das andere Mal von ihrer kleinsten Culminationshöhe zur Winterszeit zum Frühlingsnachtgleichenpunkte. Zwey größte Kreise, von denen der eine nördlich vom Aequator um 23° 28′, der andere südlich von demselben um eben soviel absteht, werden mithin jene Punkte enthalten, (also die Ekliptik berühren), in welchem die Sonne vom höchsten nördlichen und vom höchsten südlichen Steigpunkte zum Aequator sich zurückwendet, und heißen darum Wendekreise; der nördliche, der Wendekreis des Krebses (Tropicus cancri), der südliche, der Wendekreis des Steinbocks (Tropicus capricorni) (nach Sternbildern, die ehemals in der Nähe der Wendefernen standen) und die Punkte selber: die Sonnenwendepunkte, Sonnenstillstands- oder Solstitialpunkte.

l) Um eben soviel, als die Schiefe der Ekliptik beträgt (also um 23° 28′), müßen auch zwey entgegengesetzte Punkte, deren jeder 90° von

der Ekliptik absteht, von den Weltpolen entfernt seyn; diese Punkte nennt man die Pole der Ekliptik, und die dem Aequator parallelen Kreise, welche dieselben bei der täglichen Drehung des Himmels beschreiben, heißen daher Polarkreise; der eine der nördliche, der andere der südliche.

m) Auf die Erde bezogen, (s. oben Anm. f.) geben obige (in Anm. k und l beschriebene) Kreise, die Wendekreise und Polarkreise der Erde, durch welche die Erdoberfläche in fünf Zonen abgetheilt wird. Vergl. oben Anm. 9. Nöthige Erläuterungen gewährt unter andern der Erdglobus.

n) Eines der ersten Hülfsmittel zum Unterscheiden der Theile des gestirnten Himmels und zur Nachweisung der Bewegungen der Weltkörper, ist die Vertheilung der Fixsterne in Sternbilder, welche die Himmelsgloben, Sterncharten und Sternkataloge näher bezeichnen. Unter diesen Sternbildern (deren die Alten 48, nämlich 21 nördliche, 15 südliche und 12 zwischen beiden ohnfern der Sonnenbahn zählten, die Neueren hingegen 102 zählen) sind zwölf, welche in der Richtung der Ekliptik, längs der Bahn eines Kreises von ihr nach beiden Seiten etwa um 10° weit abstehen, den man den Thierkreis (Zodiacus) nennt. Die zwölf Sternbilder desselben werden die Himmelszeichen, die ersten sechs die nördlichen, die andern sechs die südlichen genannt, und heißen einzeln (in der Ordnung, wie sie einander von Westen nach Osten folgen): Widder (♈) Stier (♉) Zwillinge (♊) Krebs (♋) Löwe (♌) Jungfrau (♍) Wage (♎) Skorpion (♏) Schütze (♐) Steinbock (♑) Wassermann (♒) und Fische (♓). Nach diesen Zeichen sind nun die zwölf Theile der Ekliptik benannt, von denen jeder 30 Grade in sich faßt, und in deren jedem die Sonne einen Monath hindurch verweilt. Vor ungefähr 2000 Jahren nahmen die genannten Sternbilder selber die Stelle dieser Abtheilung der Ekliptik ein, jetzt aber gehöret keine der einzelnen Benennungen jener Theile mehr zu dem gleichnamigen Sternbilde, weil sich binnen der genannten Zeit die Lage der Sternbilder um 30° geändert hat, so daß z. B. der Frühlingsnachtgleichenpunkt, der sonst der erste Punkt im Sternbilde des Widders war, jetzt im Sternbilde der Fische ist. Daher ist jetzt Sternbild und Zeichen des Thierkreises nicht einerley, sondern letzteres um 30 Grade rückwärts zu setzen, wenn es mit dem Sternbilde übereinstimmen soll, dessen Namen es trägt. Diese Verrückung der Lage der Sternbilder zur Ekliptik dauert fort, und beträgt binnen 100 Jahren 1° 23′ 35″; mithin für ein Jahr 50, 15 Sek. — Der Anfang des vierten Zeichen, des Kreb-

ses (s. oben Anm. k.) ist mithin 90 Grade, und der des Steinbocks 270 Grade vom Frühlingsnachtgleichenpunkte entfernt.

o) Ein größter Kreis durch die Sonnenwendepunkte (oben Anm. k.) und durch die Weltpole, heißt der Colur der Sonnenwende; und ein größter Kreis durch die Nachtgleichenpunkte (oben Anm. i.) und die Weltpole: der Colur der Nachtgleichen.

p) Zufolge obiger jährlicher Aenderung der Lage der Zeichen (Anm. m.) und mithin auch des Frühlingsnachtgleichenpunktes, ist das siderische Sonnenjahr (d. i. der Zeitraum, welcher verfließt, wenn die Sonne von irgend einem angenommenen unveränderlichen Punkte ihrer Bahn ausgegangen und wieder zu demselben zurückgekehrt ist, wozu sie etwas über 365 Tage 6 Stunden gebraucht) verschieden von dem tropischen Sonnenjahre, d. i. von jenem Zeitraume, welcher verfließt, indem die Sonne ihre Bahn dadurch beschreibt, daß sie vom Frühlingsnachtgleichenpunkte ausgeht und wieder zu demselben zurückkehrt. Das oben (Anm. 5.) angegebene Sonnenjahr, ist ein mittleres tropisches.

q) Die beiden Punkte, in welchen die Bahnen der Hauptplaneten, der Nebenplaneten, (Trabanten oder Monde) und der Kometen die Ekliptik schneiden, heißen Knoten, und eine beide Knoten vereinigende Linie: die Knotenlinie.

r) Zieht man durch die Pole der Ekliptik und durch einen, hinsichtlich seiner Lage zur Ekliptik zu bestimmenden Stern einen größten Kreis so gibt der Bogen zwischen den Stern und der Ekliptik, den Abstand des Sterns von der Ekliptik d. i. die Breite des Sterns, und mißt man den Bogen der Ekliptik, der zwischen dem von jenem größten Kreise in der Ekliptik gemachten Durchschnittspunkte und von dem Durchschnittspunkte eines anderen größten Kreises gemacht wird, der durch den Frühlingspunkt (d. i. dem Durchschnittspunkte des Aequators und der Ekliptik, den die Sonne beim Frühlingsanfang erreicht; s. oben Anm. g.) geht, so erhält man die Länge des Sterns; vergl. oben

s) Um für jeden beliebigen Ort auf der Erde die Mittagslinie zu finden (deren Bekanntseyn die übrigen Bestimmungen vermittelt) beschreibt man auf einer vollkommen horizontalen Fläche einen Kreis, stellt in dessen Mittelpunkt einen Stift senkrecht auf, bemerkt zu einer bestimmten Zeit Vormittags den Punkt, in welchen das Ende des Stiftschattens den Kreis trifft, und verfährt eben so Nachmittags (nach Verlauf einer eben so großen Zeit von Mittag an, z. B. genau 1 Stunde vor, und 1 Stunde nach der Zeit, wenn die Sonne in Mittag steht), man bestimmt hierauf durch Messung den Punkt, welcher den zwischen beiden Schattengrenzpunkten be-

findlichen Bogen jenes Kreises genau in zwey gleichgroße Bogen theilt, und zieht nun von diesem Halbirungspunkte eine gerade Linie bis zum Mittelpunkte des Kreises; diese Linie ist die gesuchte Mittagslinie, weil die Sonne, in jenen beiden gleichweit vom Mittag ab entfernten Zeiten gleich hoch stehend, auch gleich lange Schatten wirft.

t) Da an dem längsten und an dem kürzesten Tage der Tageskreis der Sonne sich am meisten dem Parallelismus mit dem Aequator nähert (s. oben Anm. b.) so sind diese beiden Tage zum Ziehen der Mittagslinie am vorzüglichsten geeignet; da indeß sowohl an diesen als an irgend einem der übrigen Tage, die Bildung des Halbschattens die nöthige Genauigkeit in der Ausführung des obigen Verfahrens (Anm. s.) sehr erschwert, ja fast unmöglich macht, so sucht man solcher Ungenauigkeit dadurch möglichst zu entgehen, daß man auf der horizontalen Fläche statt des einen sehr viele concentrische Kreise zieht, und mit denselben auf zuvor (Anm. s.) beschriebene Weise verfährt; die richtig gezogene Mittagslinie, muß durch die Halbirungspunkte aller dieser Kreise gehen. Auch pflegt man zur Meidung der Irrung durch den Halbschatten, oben an dem Stifte ein kleines Blech anzubringen, das mit einer sehr kleinen Oeffnung versehen ist, durch welche das Sonnenlicht fällt, und so an dem beschatteten Theile der horizontalen Fläche ein kleines Sonnenbild darstellt, mit dem man dann eben so, wie mit dem Schattenende (Anm. s.) verfährt. Vollkommen genau die Mittagslinie zu ziehen, ist eine Aufgabe der praktischen Astronomie, welche dieselbe auf verschiedenen Wegen zu lösen weiß; vergl. Kästner's Astronomie. Ein Fernrohr, welches sich nur in der Richtung einer senkrechten Ebene, deren Grundlinie die Mittagslinie ist, auf und nieder zu bewegen vermag, heißt ein Mittagsfernrohr oder Durchgangsfernrohr (Culminatorium), oder Passageinstrument, und dient dazu, den Durchgang der Sterne durch den Meridian des Ortes zu beobachten. Eben so sind auch auf den Sternwarten in der Richtung der bezeichneten Ebene, d. i. in der Mittagsfläche zu den bei dieser Richtung vorkommenden Höhenmessungen bestimmte Quadranten befestigt; sie heißen feste oder Mauer-Quadranten (im Gegensatz der mit Stativen versehenen beweglichen Quadranten) und sind wie alle Quadranten (am Rande oder Limbus) in 90 Grade getheilt. (Jeder Quadrant ist entweder mit Dioptern oder mit einem Fernrohre versehen. Ausser den Quadranten hat man auch Sextanten, ~~die~~ den 6ten und Octanten die den 8ten Theil des Kreises enthalten.) Die bei astronomischen Beobachtungen gebräuchlichen Fernröhre, sind entweder mit einem kleinen oder mit

großen Gesichtsfelde versehen; erstere dienen zum Untersuchen der Oberfläche eines Weltkörpers, und sind zu diesem Zwecke so eingerichtet, daß sie beträchtlich vergrößern, leztere hingegen, welche auch Kometensucher genannt werden, vergrößern weniger stark, setzen aber dagegen in den Stand einen großen Theil des Himmels zu beschauen; bei großen Spiegelteleskopen, pflegt ein Kometensucher zum Aufsuchen und das Spiegelteleskop selber zum näheren Untersuchen des Aufgefundenen so mit einander verbunden zu seyn, daß die Axe des kleinen Fernrohres (welche mit einem Fadenkreuze versehen ist) mit der Axe des größeren parallel geht. Herschels 40schuhiges (40 engl. Fuß langes) Spiegelteleskop, mit dem derselbe unter andern den Uranus entdeckte, vergrößert 7000fach im Durchmesser, und hat eine Oeffnung von 4 Fuß 10 Zoll engl. Der parabolische Spiegel desselben wiegt 2148 Pfund, und hat 4 Fuß 7 Zoll engl. Durchmesser, und das ganze Fernrohr kann, seines Gewichts von 4000 Pfund ungeachtet, von einer Person leicht von der vertikalen in die horizontale Richtung gebracht werden. Mittelst eines ähnlich gebauten Teleskops konnte Herschel eine Schrift, deren Buchstaben bis 1 Linie Höhe hatten, in einer Ferne von 1740 Fuß engl. deutlich lesen. Für die verhältnißmäßig nahen Planeten darf das Fernrohr nicht zu sehr vergrößern, weil man sonst nur leuchtende Masse sieht, ohne deren Umfang und Beschaffenheit bestimmen zu können. So z. B. war für die Beobachtung des Jupiter eine 750fache Vergrößerung schon von der Art, daß man ihn nicht scharf begrenzt sah. Gewöhnlich benutzt man zu dergleichen Beobachtungen 250 höchstens 580 Mal vergrößernde Fernröhre; jene Teleskope von stärkerer Vergrößerung hingegen nur zu Fixsternen.

u) Neben verschiedenen Vortheilen in der ausübenden Sternkunde, und ausser der Bestimmung der Culminationszeit eines Himmelskörpers, gewährt die Mittagslinie auch die Möglichkeit: genaue Uhren zu fertigen und fehlerhafte zu berichtigen; denn nur gut eingerichtete Sonnenuhren zeigen die wahre Zeit. (Der Unterschied zwischen wahrer und mittlerer Zeit — vergl. oben Anm. 10. —, der zweimal im Jahre bis auf eine Viertelstunde steigt, heißt die Zeitgleichung.)

v) Nicht minder wichtig als die Bestimmung der Mittagslinie, ist auch die der Polhöhe (Anm. e.) für jeden Ort. Man erhält sie, wenn man die Höhe des Polarsterns (Anm. 9.) zweimal im Meridian des Orts beobachtet, einmal unter und das andere Mal über demselben, was im November und December an einem Tag geschehen kann; nemlich die Beobachtung der größten Höhe des Morgens, und die der anderen des Abends. Sind diese Höhen gefunden, und hinsichtlich dessen berichtigt, was dabei die

astronomische Strahlenbrechung (s. weiter unten) abändert, so zieht man sie von einander ab, halbirt den Unterschied, und addirt entweder die Hälfte dieses Unterschiedes, zur kleineren Höhe, oder zieht sie von der größeren ab. Z. B. de l'Isle beobachtete zu St. Petersburg im Jahr 1728 die größte scheinbare Höhe des Polarsterns = 60° 5′ 35″

Berichtigung durch Berücksichtigung der astronom. Strahlenbr. = 31″

mithin wahre größte Höhe = 62° 5′ 4″

die scheinbare kleinste Höhe = 57° 48′ 0″

astronom. Strahlenbr. Verbesserung = 37″

mithin wahre kleiste Höhe = 57° 47′ 23″

Unterschied beider wahrer Höhen = 4° 17′ 41″

Dieser halbirt = 2° 8 50″ 5

2° 7 50′, 5 + 57° 47′ 23″ = 59° 56′ 13′, 5 Polhöhe von St. Petersburg. Indeß ist es nöthig zur Vermeidung von Beobachtungsfehlern, dergleichen Beobachtungen für den gegebenen Ort mehrmals zu wiederholen, die Ergebnisse derselben zu addiren und mit der Zahl der Beobachtungen in die Summe zu dividiren, wo dann der Quotient das arithmetische Mittel giebt. Auf solche Weise mit der St. Petersburger Beobachtung verfahren, giebt für die genannte Stadt, die Polhöhe von 59° 56′ 0″.

w) Die Polhöhe ist die Ergänzung der Aequatorhöhe und umgekehrt, d. h. beide machen zusammen 90°; kennt man daher die eine dieser Höhen, so erfährt man die andere durch Subtraction ihrer Größe von 90°. Z. B. 90° oder 89° 60′ 0″ — 59° 56′ 0″ = 30° 4′ 0 Aequatorhöhe von St. Peterburg. Auch ist die Polhöhe jedesmal dem Abstande des Zeniths vom Aequator gleich (oben Anm. a.) und vermag man die Culminationshöhe der Sonne zur Zeit eintretender Nachtgleiche zu messen, so ist, nach geschehener Verbesserung wegen astronom. Strahlenbrechung und Parallaxe, diese zugleich die Aequatorhöhe, die dann von 90° abgezogen, die Polhöhe des Ortes giebt. Wenn aber auch die Sonne oder ein Stern nicht im Aequator steht, so läßt sich doch auch aus einer südwärts davon genommenen und gehörig berichtigten Mittagshöhe die Aequatorhöhe finden, wenn man nur die Abweichung (Anm. g.) kennt. Ist nemlich dieselbe nördlich, so wird sie von der Höhe abgezogen; ist sie hingegen südlich, so wird sie zu derselben summirt, und giebt so die gesuchte Aequatorhöhe. Um hiebei den Einfluß der astronomischen Strahlenbrechung zu meiden, wählt man zu dergleichen Beobachtungen solche Sterne, die nahe am Zenith culminiren.

x) Die Grade des Aequators, die der Abweichungskreis eines Sterns (Anm. g.) von Frühlingspunkte an gezählt abschneidet,

geben die gerade *Aufsteigung*- oder *Rectascension* des Sterns, jene hingegen, welche der *östliche* Horizont zur Aufgangszeit des Sterns abschneidet, die *schiefe Aufsteigung* desselben und diejenige, welche durch den *westlichen* Horizont zur Untergangszeit des Sterns abgeschnitten wird, die *schiefe Descension*. Der Unterschied der geraden und der schiefen Aufsteigung heißt die *Ascensionaldifferenz*, und jener der geraden Aufsteigung und der schiefen Descensien, die *Descensionaldifferenz*. Mittelst der beobachteten Retascension und Declination laßen sich (mit Hülfe der sphärischen Trigonometrie) jedes Sternes *Breite* und *Länge*, und umgekehrt aus diesen jene berechnen. Der Winkel, den der Abweichungskreis mit dem Breitenkreise macht, heißt der *Positionswinkel*.

γ) Die zuvor erwähnte *astronomische Strahlenbrechung* oder Refraction besteht in der durch die Erdatmosphäre veränderten Richtung aller an denen Sternen zum Auge gelangenden Lichtstralen. Nur das senkrecht zum Auge kommende Licht eines im Zenith befindlichen Gestirns würde diese Ablenkung seiner Richtung nicht erleiden, hingegen tritt sie bei dem Lichte aller nicht im Zenith stehenden Sterne ein, und bewirkt (da wir alle Gegenstände, die Licht zum Auge senden, stets in derjenigen Richtung zu sehen glauben, in welcher die Lichtstralen das innere Auge erreichen) eine *Verrückung der scheinbaren Lage der Sterne*, deren Größe bekannt seyn muß, wenn die unveränderte Lage des den Beobachtungsort in schiefer Richtung bestrahlenden Gestirns bestimmt werden soll. Je näher die Sterne dem Horizonte stehen, um so größer ist die astronomische Strahlenbrechung. — Eine andere, bei der Beobachtung der Gestirne vorkommende Täuschung, ist die *Abirrung* oder *Aberration des Lichts*. Sie entspringt aus dem Zeitverbrauch während der Bewegung des Lichtes, und setzt die fortschreitende Bewegung der Erde (um die Sonne) voraus, wie dieses *Bradley* überzeugend dargethan hat. Bei den *Planeten* und *Kometen* richtet sie sich nach deren Bahnengeschwindigkeit und nach deren Entfernung von der Erde, und stimmt hinsichtlich ihrer Größe mit dem Winkel überein, unter welchem uns das Stück der Bahn erscheint, das der Planet in der Zeit durchlaufen hat, in welcher sein geborgtes Licht von ihm zu uns gelangt. Zufolge der Aberration (oder vielmehr der ihr zum Grunde liegenden *allmähligen* Verbreitung des mit bestimmter Geschwindigkeit sich durch die Himmelsräume bewegenden Lichtes) sehen wir die ausserhalb der Ekliptik liegenden Fixsterne stets an anderen als ihren wahren Orten, so daß die Stellen, die sie nach und nach binnen eines Jahres einnehmen, eine kleine Ellipse (§. 68. Anm. 3.) bilden, von wel-

cher der wahre Ort der Mittelpunkt, und die halbe große Axe ein Bogen von 20", in einem größten Kreise ist, den der Breitenkreis des Sterns senkrecht durchschneidet. Je näher die Sterne den Polen der Ekliptik stehen, um so offener ist diese Ellipse, und in den Polen selbst, verwandelt sie sich in einen kleinen Kreis von 20" im Halbmesser. Für die in der Ekliptik stehenden Sterne, wird hingegen die kleine Axe der Ellipse = 0, weshalb diese Sterne binnen Jahresfrist nur um 20" von ihrem wahren Orte, der Länge nach hin und her rücken, und culminirt ein solcher Stern um Mitternacht, so hat er die größte östliche Aberration, der zufolge seine Länge um 20" vermehrt wird; tritt er hingegen Mittags mit der Sonne in den Meridian, so ist seine Aberration zwar eben so groß, aber westlich, was seine Länge um 20" vermindert; culminirt er hingegen Abends oder Morgens um 6 Uhr, so ist sie = 0, und er erscheint dann an seinem wahren Orte, weil in dieser Stellung der Weg seines Lichtes mit dem Theil der Erdbahn, in dem sich die Erde bewegt, keinen Winkel mehr bildet, sondern damit zusammenfällt. — Eine dritte Täuschung, die aber durch den Gebrauch, welchen man von ihr Behufs der Fernenbestimmnngen der Weltkörper macht, für die ausübende Sternkunde von großer Wichtigkeit wird, ist die Nebensicht oder Parallaxe. Das Wesentliche dessen, worauf sie beruht, ist bereits §. 67. ausgesprochen worden, und indem sie mit zunehmender Nähe sichtbarer Gegenstände größer, hingegen mit wachsender Entfernung derselben kleiner wird, dient sie dazu, die Entfernungen der Himmelskörper von der Erde daraus zu berechnen; vergl. m. Experimentalphys. §. 68. Anm. 2. q. Bei gleicher Entfernung eines Sterns von der Erde, ist (wie bei der astron. Strahlenbr.) die Parallaxe am größten, wenn der Stern im Horizonte gesehen wird (und wenn er im Zenith steht = 0); man nennt sie die Horizontalparallaxe, jede andere hingegen die Höhenparallaxe. Da die Fixsterne ihrer großen Fernen wegen in der Regel keine merkliche Parallaxe zeigen, so dienen sie als Vermittler zur Bestimmung der Parallaxe der Planeten und anderer nicht zu entfernter Weltkörper. Z. B. gesetzt, es werde der Planet Mars, zu ein und derselben Zeit an zwey sehr weit von einander entfernten Orten desselben Erdmeridians beobachtet, so wird der eine Beobachter ihn gegen Süden, der andere gegen Norden sehen. Jeder derselbe bestimme nun den Abstand des Mars sowohl von jedes Einzelnen Scheitelpunkt (N n) als auch von einem Fixsterne (M m), der mit dem Mars zugleich in den Meridian kommt (z. B. des λ im Sternbilde des Wassermanns), und die dadurch zu findende Horizontalparallaxe werde mit p bezeichnet, so ist $p = \frac{M + m}{\sin N + \sin n}$;

vergl. Kästner's Astronomie §. 158. (La Caille's den 6. Oktober 1781 auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung und Wargentin's gleichzeitig zu Stokholm unternommenen Beobachtungen des Mars, gaben den Abstand n vom Zenith = 68° 14′, N = 25° 2′, und die Abstände von λ m = 6″, 6 und M = 26′, 7; mithin $p = \frac{33'',3}{1,3518472} = 24'',633$ als Horizontalparallaxe des Mars, und hiernach — trigonometrischer Bestimmung gemäß — die Entfernung des Mars von der Erde = 8386,4 Erdhalbmesser oder 7 207 579 10224 geogr. Meilen.)

z) Eine Folge der astronomischen Strahlenbrechung ist die Dämmerung, d. i. des mittleren Zustandes zwischen Tageshelle und Nachtdunkel. Die Dauer derselben ist während der verschiedenen Tage des Jahres ungleich und abhängig von der Zeit, welche die Sonne nöthig hat, um zur völligen Dunkelheit die nöthige Anzahl von Graden unter den Horizont zu gehen. Die Zahl dieser Grade eines Bogens, der als Theil eines Verticalkreises zu betrachten ist, heißt der Sehungsbogen (Arcus visionis) und wird auf 18 Grade bestimmt. Es wird dieser Bogen von der Sonne in kürzerer oder längerer Zeit zurückgelegt, je nachdem der Theil ihres Tageskreises (Anm. g.) zwischen dem Horizonte und dem Endpunkte des Sehungsbogens kleiner oder größer ist. Die kürzeste Dämmerung fällt nahe an oder auf den 11 Oktober und den 1 März, da sich die Sonne im 18° ♎ und 12° ♓ befindet, und beträgt nicht volle zwey Stunden; im Sommer hingegen, wo die Sonne auch um Mitternacht nicht ganz 18 Grade unter den Horizont kommt, dauert sie die ganze Nacht hindurch. — Mit dem Verschwinden der Dämmerung tritt die Möglichkeit ein, daß uns Sterne sichtbar werden, deren Licht bei ihrer unermeßlichen Ferne für uns zu schwach ist, als daß es während der beginnenden Dämmerung von unserem mittelst der Zulenkung der Sonnenstrahlen (durch die Strahlenbrechung) auch von der untergegangenen Sonne noch Licht empfangenden Auge empfunden werden könnte. Hierauf gründet sich die Eintheilung der Fixsterne nach ihrer sog. Größenfolge. Fixsterne erster Größe nennt man nemlich jene, welche bei heiterem, aber nicht mondhellem Himmel vom unbewaffneten Auge gesehen werden, wenn die Sonne 12° unter dem Horizonte ist; man zählt deren ungefähr 18. Sterne zweyter Größe sind jene, welche sichtbar werden, wenn die Sonne 13° unter dem Horizont ist (man zählt deren an 68), und so giebt jeder Grad mehr, eine neue Klasse der Fixsterne, die man mit bloßem Auge bis zur 6ten, höchstens 7ten, mit guten Fernröhren hingegen beträchtlich weiter zu verfolgen vermag. Hevel zählt 209 Sterne dritter Größe; indeß sind diese Zahlen

darum nicht vollkommen unabänderlich, weil Herschel's Beobachtungen gemäß verschiedene Sterne, die man sonst in niedere Klassen setzte, jetzt nicht etwa nur in höhere angrenzende, sondern in entfernt höhere Klassen gesetzt werden müssen. — Man unterscheidet astronomische und gemeine Dämmerung; erstere endet, wenn es so dunkel geworden, daß man Sterne sechster Größe zu sehen vermag; letztere hingegen, wenn man ohne künstliche Beleuchtung unter freiem Himmel bekannte und gewöhnliche Schrift nicht mehr zu lesen im Stande ist. — Eine weitere Folge der astronomischen Strahlenbrechung ist das scheinbar längere Verweilen der untergehenden und das frühere Erscheinen der aufgehenden Sonne und Sterne über dem Horizont. Zur Zeit der Nachtgleiche beträgt dieser Unterschied des scheinbaren und des wahren Auf- und Untergangs nur 3 Minuten 4 Sek., hingegen geht z. B. die Sonne gemäß dieser Lichtzulenkung zur Zeit des längsten und kürzesten Tages früh 4 Min. 3 S. scheinbar eher auf, und Abends eben so lange scheinbar später unter, als sie dann wirklich auf- und unter steigt. Auch sehen wir aus gleichem Grunde 2 Weltkörper, die über 180° von einander abstehen, zugleich über dem Horizont erscheinen; z. B. den verfinsterten Mond am östlichen und die Sonne am westlichen Horizont, oder umgekehrt.

a) Hat ein Stern mit der Sonne gleiche Länge (Anm. r.) so ist er mit ihr in der Zusammenkunft oder Conjunction; ein Fall der dem Sterne bevorsteht, wenn er heliakalisch d. h. so nahe der Sonne und so tief westlich untergeht, daß er nach Sonnenuntergang nicht mehr sichtbar ist. (Geht der Stern heliakalisch auf, so ist die Sonne von demselben so weit fortgerückt, daß es bei seinem Aufgange eben noch dunkel genug ist, um ihn zu sehen; in diesem Falle war der Stern kurz zuvor mit der Sonne im Conjunction.) Ist des Sternes Länge hingegen von jener der Sonne um 180° verschieden, so ist der Stern mit der Sonne im Gegenschein oder in der Opposition. Ueberhaupt aber wird jeder Abstand eines Gestirns (vorzüglich aber jener der Planeten und Nebenplaneten) von der Sonne in Bogentheilen die (entweder westliche oder östliche) Ausweichung oder Elongation, und wenn sie 90° beträgt: die Quadratur (bei den Planeten: der Gevierten- oder Quadratschein) genannt. Beträgt sie bei den Planeten 120°, so heißt sie der Gedritten- oder Triangularschein; bei 60° der Gesechsten- oder Sextilschein. Die letztgenannten drei verschiedenen Ausweichungen der Planeten, hießen sonst auch (in der Astrologie d. i. in der vergeblichen Vorausdeutung des Schicksals der Menschen

aus dem angenommenen Einfluße der Gestirne, insbesondere der Planeten und der Sonne) die Aspekten.

β) Geht ein Stern gleichzeitig mit der Sonne auf oder geht er mit Sonnenaufgang unter, so nennt man dieses seinen cosmischen Auf- und Untergang; tritt hingegen sein Auf- oder Untergang mit dem Sonnenuntergange ein, so heißt dieses der akronyktische Auf- oder Untergang des Sterns.

γ) Daß die Bestimmung der Schiefe der Ekliptik (oben Bem. 8 u. 11 d. ff.) nur durch genaue Messung der jährlichen größten und kleinsten Sonnenhöhe, also zur Zeit des Sommer- und Wintersolstitiums (Bem. i und k) geschehen kann, geht schon aus Anm. t hervor. (Diejenigen größten Kreise, welche durch den ersten Punkt des Krebses und des Steinbocks und durch die Weltpole gehen, heißen die Kolurn der Solstitien) Wiewohl nun genau beim Eintritt dieser Zeiten die Sonne selten am Beobachtungsorte im Meridiane stehen wird, so wird doch der hiedurch mögliche Fehler in der Bestimmung darum wenig bedeutend, weil um jene Zeiten die Veränderung der Declination (Anm. g) sehr geringe ist; und nöthigenfalls läßt er sich ausserdem in Rechnung nehmen. Weniger leicht ist dieses hingegen möglich mit der unbeständigen astronomischen Strahlenbrechung (Anm. x) für Orte, wo die Sonne — bei Messung ihrer kleinsten Höhe — nicht viele Grade über dem Horizont steht. Addirt man die Schiefe der Ekliptik zur kleinsten Sonnenhöhe, oder zieht man sie von der größten Sonnenhöhe ab, so erhält man, wie schon aus Anm. w folgt, wieder die Aequatorhöhe, und daraus die Polhöhe (Anm. v u. w), und ist umgekehrt eine oder die andere der genannten Höhen bekannt, so läßt sich daraus die Schiefe der Ekliptik durch Beobachtung und Verbesserung der größten Sonnenhöhe berechnen. De la Caille fand 1751 auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung die Sonnenhöhe im Wendekreise des Steinbocks

(Anm. n u. o) =	79° 33′ 3″,
im folgenden Jahr die im Wendekreise des Krebses =	32 36 31
Abstand der Wendekreise =	46 56 32
giebt halbirt als Schiefe der Ekliptik	23° 28′ 16

Die also gefundene Schiefe der Ekliptik wird die scheinbare genannt, sie unterscheidend von der wahren oder mittleren, welche durch Berichtigung dessen hervorgeht, was die Nutation (Wankung) oder das Schwanken der Erdaxe nöthig macht. Setzt man dieses = 4 ½ Sek., so war die Schiefe der Ekliptik 1752 = 23° 28′ 20 ½″, die übrigens seit langer Zeit im Abnehmen ist, wie aus den Beobachtungen älterer und neuerer Astro-

nomen hervorgeht. Hevel setzte sie 1660 = 23° 29′ 0″; Flamsteed 1690 = 23° 28′ 40″; Condamine 1736 = 23° 28′ 24″; Bradley 1750 = 23° 28′ 18″; Ximenes 1782 = 23° 28′ 9″,5 womit Lalande bis auf 2″ übereinstimmt. Der Ximenes'schen Angabe zufolge ihre jährliche Abnahme = 0″,3342 gesetzt, war sie für 1800 = 23° 28′ 3″,3 und ist sie für 1820 = 23° 27′ 56″,116.

§. 68.

Die Bahnen der Erde mit ihrem Monde, und die der Planeten mit ihren Trabanten um die Sonne, würden unveränderlich dieselben bleiben, wenn diese Weltkörper nicht (gleich allen übrigen raumerfüllenden Materien) gegen einander beharrliche Schwereanziehung äußerten; so aber, da sie gegenseitig in steter Gegenziehung befangen sind, müssen ihre Umlaufs-Bewegungen um so mehr ungleich und mithin ihre Bahnen um so mehr gestört werden, je näher sie während des Umlaufs um die Sonne einander kommen, je größer die Unterschiede ihrer schweren Massen sind, und je weniger geschwind sie um ihre eigene Achse sich schwingen; vergl. §. 60 und §. 63.

§. 69.

Hiernach sind für die Erde und für den Mond jene Störungen (Perturbationen) durch Gegenzug am auffallendsten, welche durch die ziehenden Gegenwirkungen der Venus, des Jupiter und der Sonne hervorgebracht werden. In den von den Astronomen entworfenen Tafeln für die Bewegung der Erde und des Mondes, ist dieser störende Einfluß berücksichtigt und die Stärke der daraus entspringenden Ungleichheit der Bewegung der Erde und des Mondes, für bestimmte Zeiten, in Rechnung genommen.

§. 70.

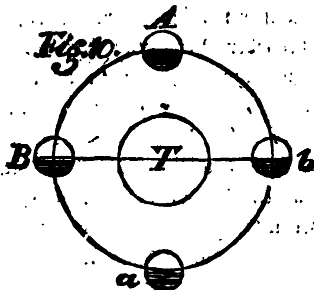
Zufolge des Gegenzugs des Mondes, bleibt die Lage des Erdäquators gegen die Erdbahn (Ekliptik) während des Umlaufes der Erde um die Sonne, sich nicht gleich, sondern es ist vielmehr, sowohl das Abnehmen der Schiefe der Ekliptik (§. 67. Bem. l. u. Bem. y.), als auch die Lage der Nachtgleichenpunkte (a. a. O. Bem. n.) gewissen periodischen Veränderungen unterworfen. Vergl. m. Grundr. d. Experimentalphysik: I S. und II S.

1) Setzen wir den mittleren Abstand der Erde von der Sonne (den sie zu jener Zeit erreicht, wenn sie sich an jener Stelle ihrer Bahn befindet, wo diese von der kleinen Axe der Ellipse geschnitten wird; §. 65. Bem. 3.) gleich 20 Millionen geogr. Meilen, so ist die Größe der Erdbahn = 125600000 Meilen. Nehmen wir nun an, daß die Erde auf dieser Bahn so fortrolle, wie etwa eine Kugel auf einer schiefen Ebene, so müßte sie einen Umfang von 343874 Meilen haben, wenn sie binnen 365 Tagen und 6 Stunden jenen Raum erschöpfen sollte. Solchem Umfange würde dann ein Halbmesser von 54757 Meilen entsprechen; und da der Halbmesser der Erde (in runden Zahlen ausgedrückt) nur 860 Meilen beträgt, so könnte man annehmen, daß die Erde auf der Grenze der von ihr angezogenen Himmelsluft (d. i. auf ihrer Atmosphäre) fortrolle, während sich diese Atmosphäre bis auf eine Höhe von 54757 Meilen oder bis auf die Gegend des Mondes erstrecke, so daß der Mond zu betrachten wäre, als schwämme er auf der genannten Atmosphäre (vermöge der Flugkraft nicht in dieselbe bis zur Erde herabsinkend), und als erblickten wir nur die gewichtigere Hälfte desselben, (weil sein Schwerpunkt diesseits seines Mittelpunkts liegt und die Richtungslinie dieses Schwerpunkts zum Schwerpunkt der Erde, auf den für ihn möglichen kürzesten Wege führt) indem die minder gewichtige Mondhälfte der Erde stets abgewendet bleibt, und wir nur zuweilen (bei der Schwankung oder Libration des Mondes) von der anderen Hälfte einen sehr kleinen Theil zu sehen bekommen. (Besteht der Mond, wie es wahrscheinlich ist, aus sehr ungleichartigen Massen, so würde es ihm in obiger Hinsicht ohngefehr so ergehen, wie einer hölzernen, auf der einen Hälfte an verschiedenen Orten mit Metall beschlagenen, auf Wasser schwimmenden Kugel, deren dichterer metallhaltiger Theil bei jeder Bewegung des Wassers dem Gefäßboden zugewendet bleibt, weil ihr Schwerpunkt nicht mit dem Mittelpunkte ihrer Größe zusammen-, sondern stets tiefer in den dichteren Theil ihrer Substanz fällt.) — In derselben Richtung, in welcher sich die Erde um ihre Axe dreht, wird sie von dem Monde umlaufen; das hieße, dem Obigen gemäß, wird er durch die Schwunggewalt der Erde, (die sich aber wahrscheinlich nicht viel über 52/3 Erdhalbmesser von der Erde ab erstrecken dürfte) um sie herumgeführt, aber, da er nicht unbeweglich mit ihr verbunden ist, nicht in 24 Stunden, sondern rückbleibend binnen 27 Tagen. (Wollte man annehmen, daß die Planeten zur Schwunggewalt der Sonne ein ähnliches Verhältniß hätten, und daher von beiden Centralkräften der Sonne in ihren Bahnen erhalten würden, so würde dieser Hypothese zufolge die Schwunggewalt, welche angeblich die Erde von der Sonne erleidet, den Umlauf der ersteren beträchtlich mehr beschleunigen,

wenn sich die Erde nicht um ihre eigene Axe schwänge; indeß steht mit dieser Umschwungshypothese im Widerspruch, daß die Umlaufsgeschwindigkeit genau im Verhältniß der Gravitation der Sonne (bei der gegebenen Entfernung von der Erde) steht, und daß, wenn die Kraft des Umschwungs der Sonne sich z. B. nur bis zum Merkur erstreckte, füglich weder dieser, noch irgend ein anderer Planet eine eigene Axendrehung haben könnte, so wie dann auch ein Umschwung von solcher Stärke, für die Gravitation der Sonne selbst weit mehr mindernd wirken müßte, als die Beobachtung lehrt. Uebrigens wird bei Bestimmung der Dichtigkeit der Weltkörper (aus ihren Kubikinhalten und Gravitationsgrößen) der Einfluß ihrer Axendrehungs-Schwungsgewalten berücksichtigt.

2) Die Umlaufsbahn des Mondes beschreibt am Himmel einen Kreis, welcher mit der Ekliptik (der Erdbahn) einen Winkel macht, dessen Größe sich zwischen 51/4 bis 51/2 Grad ändert. Läge die Bahn des Mondes mit der der Erde in derselben Ebene, so würde uns der Mond jedesmal die Sonne verfinstern wenn er bei seinem Umlauf um die Erde, sich zwischen Erde und Sonne befände, und so würde ihm umgekehrt jedesmal die Sonne durch die Erde verfinstert werden, wenn letztere zwischen Mond und Sonne trete; ersteres giebt, wenn es eintritt, eine Sonnenfinsterniß, letzteres eine Mondfinsterniß; in ersterem Fall verdunkelt der Schatten des Mondes die dem Monde gegenüber befindlichen Gegenden der Erdoberfläche, im letzteren der (kreisrunde) Erdschatten die Mondscheibe. Das erstere ist nur möglich zur Zeit des Neumondes, das letztere zur Vollmondszeit.

3) Es bezeichne in Fig. 10



A B a b die Bahn des Mondes um die Erde T, während die Sonne in beträchtlicher Ferne senkrecht über A steht. Bei der angenommenen Stellung ist der Mond, wenn er sich in A befindet, mit der Sonne in Conjunction ☌; seine von der Sonne beleuchtete Hälfte ist von uns abgewendet, und wir nennen ihn Neumond ●. Tritt hiebei der Mond in einen Knotenpunkt (§. 67. Bem. 11 q) d. i.

in den Durchschnittspunkt seiner Bahn mit der Erdbahn, so haben wir eine totale Sonnenfinsterniß; fällt hingegen der Neumond zu einer Zeit, wo der Mond vorlängst seinen aufsteigenden Knoten (☊) durchgangen ist, so kann die Sonne unter dem Monde frei die Erde bescheinen, und tritt umgekehrt der Neumond nach dem niedersteigenden Knoten (☋) ein, so wird man die Sonne oberhalb des Mondes erblicken; in beiden Fällen ist noch eine theilweise Bedeckung der Sonnenscheibe durch den Mond und dadurch eine partiale Sonnenfinsterniß möglich. — Rückt nun der Mond (Fig. 10) von A nach B fort, so wird er aufhören (mit der Sonne auf- und untergehend) nur bei Tage über dem Horizonte zu stehen, und wird dagegen, schon wenige Tage nach dem Neumond, einen merklichen, sichelförmigen Theil seiner beleuchteten Seite der Erde zuwenden, und so als zunehmender Mond bald nach Sonnenuntergang über dem westlichen Horizonte erscheinen, während der dunkele Theil seiner der Erde zugewendeten Seite von jenem Sonnenlichte schwach (durch Fernröhre deutlicher bemerkbar) beleuchtet wird, welches von der Erde zurückgeworfen ihn erreicht. Also hinsichtlich seiner von uns bemerkbaren Beleuchtung wachsend gelangt er, nach ohngefähr 7 Tagen in B an, steht nun 90°. von der Sonne, nämlich Abends beim Sonnenuntergange im Meridiane, und zeigt uns die Hälfte seiner von der Sonne beleuchteten Hälfte, d. i. das erste Viertel ☽ (oder die Quadratur □). Von hier an, nach 14 Tagen in a angelangt und dadurch in Opposition ☍ mit der Sonne, sehen wir von der Nachtseite der Erde aus seine ganze beleuchtete Hälfte und nennen sie Vollmond ◯, wenn nicht wiederum eine gerade Linie von der Erde aus nach ihm in einen Knotenpunkt oder nicht weit davon trifft, in welchem Falle er in den Erdschatten tretend, von demselben einige Zeit verdunkelt erscheinen und uns das Phänomen einer totalen oder partialen Mondfinsterniß gewähren würde, je nachdem er entweder in den Durchschnittspunkt seiner Bahn mit der Erdbahn, oder bei einer andern Lage des Knotens, über- oder unter dem Erdschatten hingeht. Der Mond geht nun auf, wann die Sonne untergeht, und unter, wann sie aufgeht, steht um Mitternacht im Meridiane, zur Zeit des Winteranfangs hoch über dem Horizonte im nördlichen Zeichen der Ekliptik (und dadurch die langen finstern Nächte erhellend) zur Zeit des Sommeranfanges hingegen tief am südlichen Horizonte hinschwebend, und (zumal, wenn er um diese Zeit eine große südliche Breite hat) dann nur wenige Stunden scheinend. Nach abermal 7 Tagen zeigt er uns in b das letzte Viertel ☾, wird von nun an wieder sichelförmig, und hat endlich wiederum in A angelangt, nach Ablauf von 27 Tagen 7 Stunden 43 Min. 5 Sek. hinsichtlich der Nachtgleichenpunkte seinen ganzen tropischen Umlauf um die

Erde vollbracht. Sah man ihn aber anfänglich bei einem Fixsterne, so wird man ihn erst nach 27 T. 7 St. 43 Min. und 11 Sek. wiederum bei demselben erblicken, (welches man den syderischen Umlauf nennt) weil der Fixstern vermöge des Vorrückens der Nachtgleichen (Anm. n) etwas östlich fortgerückt ist. Die Zeit des syderischen Umlaufs nennt man auch den periodischen Monat. Da aber die Erde in dieser Zeit auch fast um ein ganzes Zeichen in ihrer Bahn fortgerückt ist, (Anm. x) während der Mond sie stets umlief, so wird letzterer nach Ablauf des periodischen Monats mit der Sonne noch nicht wieder in Conjunction seyn können, sondern diese erst nach Verlauf von noch 2 T. 5 St. und 52 Sek., oder zusammen genommen nach 29 Tagen, 12 Stunden, 44 Minuten und 3 Sekunden, d. i. nach Ablauf eines synodischen (von einem Neumond bis zum andern, oder von einem Vollmond bis zum nächsten dauernden) Monats erreichen. — Den während seines Umlaufs Statt habenden Lichtwechsel des Mondes nennt man auch die Mondesphasen.

4) Wir unterscheiden sichtbare und unsern Gegenden unsichtbare Sonnenfinsterniße (oder vielmehr Erdverfinsterungen), erstere fallen über, letztere unter unserem Horizonte vor; indem der viel kleinere Mond mit seinem Schatten, wenn dieser auch die Erde erreicht, auf einmal doch nur einem kleinen Theile ihrer Oberfläche die Zustrahlung des Sonnenlichts zu hemmen vermag. Wird hiebei der Erdenort vom Kernschatten des Mondes getroffen, so hat er eine totale Sonnenfinsterniß; trifft ihn der Halbschatten, so ist sie partial, und erreicht ihn weder der eine noch der andere Schatten, so ist die Sonnenfinsterniß für ihn unsichtbar. Fährt der Kernschatten des Mondes, die Erde nicht erreichend, darüber hin, so wird für jene Orte, über welche der Mittelpunkt des Halbschattens geht, die Finsterniß central, für andere zu den Seiten jener Orte liegenden Gegenden hingegen ringförmig. Die Mondfinsterniße sind, als wirkliche Verdunkelungen des Mondes durch den Erdschatten, stets für alle jene Erdenorte, von welchen man um jene Zeiten den Mond zu sehen vermag, — auf gleiche Weise sichtbar, für alle Zuschauer in derselben Zeit beginnend und in gleichem Augenblicke endend. Umfaßt dabei der Erdschatten die ganze Mondscheibe, so ist die Finsterniß total, und der Mond erscheint dann oftmals schwach röthlich beleuchtet, zufolge des ihm durch Brechung in der Erdatmosphäre (Anm. y) zugekommenen Sonnenlichts; trifft der Erdschatten hingegen nur einen Theil der Mondscheibe, so wird die Verfinsterung des Mondes, (d. i. die Bedeckung der Sonne durch die Erde für den Mond) partial. Zwey Sonnenfinsterniße müssen wenigstens alljährig vorfallen, und in dem Jahre, wo fast 2 centrale Statt

haben, kann keine Mondfinsterniß Statt finden. Nach 19 Jahren fallen die Finsterniße an denselben Monatstagen vor. Behufs der Messung partialer Verfinsterungen, theilt man den Durchmesser der Sonne, oder des Mondes in 12 sogenannte (gleichgroße) Zolle, und da man sichtbare Finsterniße stets an mehreren Orten der Erde zu sehen vermag, so benutzt man sie in der Astronomie zu Längen-Bestimmungen, wobei die Sonnenfinsterniße zwar schwierigere Berechnungen nöthig machen, als die Mondfinsterniße, dagegen aber auch genauere Ergebniße gewähren als die letzteren. — Ueber die Verfinsterungen der Trabanten des Jupiter, Saturn und Uranus, s. m. Experimentalphys. §. 68. Bem. 2. 9.

5) Als Römer im Jahr 1673 die Verfinsterungen der Jupiterstrabanten beobachtete, entdeckte er den Zeitverbrauch, den das Licht nöthig hat, um von der Sonne zu den dieselbe umlaufenden Weltkörpern zu gelangen, d. i. die Geschwindigkeit mit welcher sich das Licht im Weltraume bewegt. Der nächste Trabant des Jupiters umläuft nämlich denselben binnen 42 Stunden und 28 Minuten, und tritt nach dieser Zeit stets, entweder in den Schatten des Jupiter (durch denselben Verfinsterung erleidend) oder aus demselben heraus und dann wieder von der Sonne beleuchtet werdend. Römer fand nun, daß des genannten Trabanten Eintritt in den Schatten zur Zeit der Opposition des Jupiter mit der Sonne, um 8 Minuten 7 1/2 Sek. früher, und zur Zeit der Conjunction des Jupiter mit der Sonne um eben soviel später erfolgte, als er, der Umlaufszeit des Trabanten gemäß, hätte erfolgen sollen; woraus er schloß, daß das Licht 8 Min. 7 1/2 Sek. nöthig habe, um den Halbmesser der Erde zu durchlaufen. Bradley bestätigte diese Folgerung späterhin durch die von ihm untersuchte Aberration des Lichts; s. oben S. 159 Bem. 9. Hiernach bewegt sich das Licht über 10300mal geschwinder, als die Erde in ihrer Bahn.

6) Sowohl zwischenliegende undurchsichtige Materien, als auch die Zunahme der Raumsgröße, durch welche das Licht sich verbreitet, sind es vorzüglich, welche seine Stärke während seines Fortganges schwächen; in der Astronomie berücksichtigt man vorzüglich die letztere Schwächungsweise, wenn es sich von der Abnahme der Lichtstärke (oder der Intensität des Lichts) handelt. Sie steht im Verhältniß des Quadrats der Entfernungen vom leuchtenden Körper. Denn, denken wir uns in der Spitze eines geometrischen Kegels einen leuchtenden Punkt, der die dem Kegel zur Basis dienende Gegenfläche beleuchtet, so muß die Lichtstärke im genannten Verhältniß abnehmen, weil eine noch einmal so weit von der Kegelspitze abstehende Basis des Kegels, 4mal mehr Flächenraum hat, und mithin dasselbe Licht, welches zuvor zur kleineren Basis kam, auf

der viermal größeren verbreitet, in jedem Beleuchtungspunkte nur den 4ten Theil von jener Leuchtungsstärke zu bieten vermag, welche es auf jeden Punkt der kleineren Basis wahrnehmen ließ. Das Licht, welches uns die Vollmondsscheibe in heiterer Nacht bietet, dürfte kaum stärker seyn, als jenes eines weißen Wölkchens, von der Größe der scheinbaren Mondsscheibe, welches an einem heiteren Tage von der Sonne beleuchtet wird; d. h. vermöchten wir ein solches Wölklein ohne Lichtverlust der Nacht zu übertragen, so würde es dieselbe so stark erhellen, als der Vollmond; denn, wenn der Mond fast voll am Tage über unserm Horizont steht, so leuchtet er nicht stärker als solch ein Wölklein. Da nun der Raum, den die scheinbare Mondshälfte an der halben Himmelskugel einnimmt, ohngefähr den 90000sten Theil derselben beträgt, und da die Sonne im obigen Falle mithin 90000 solcher Wölkchen mit gleicher Stärke zu erhellen vermag; so folgt, daß die Beleuchtung durch Vollmondslicht für unsere Erde kaum mehr, als den 90000sten unseres heiteren reflectirten Tageslichtes betragen kann. Das direct einfallende Sonnenlicht soll nach Bouguer 300000mal, nach Euler 374000 und nach Lambert 277000mal stärker seyn, als das Mondlicht. — Als Huyghens mittelst eines dunkelen Rohrs für sein Auge die Sonnenscheibe so weit bedeckte, daß er von derselben nicht mehr Licht erhielt, als vom Sirius, so betrug der unbedeckt gebliebene, ihm Licht zusendende Theil, nur den 764411904ten Theil der ganzen Sonnenscheibe; woraus folgt, daß 764 Millionen Sterne, jeder dem Sirius an Glanzstärke gleichend, über dem Horizont stehen müßten, um die Nacht taghell zu erleuchten. Hieraus ist klar, warum der ganze sternhelle Himmel, dennoch so schwach erhellet.

7) Mit den ringförmigen Sonnenfinsternißen im Wesentlichen übereinkommend, sind auch unter dem Namen der Durchgänge bekannte Bedeckungen der Sonne, entweder durch den Merkur, oder durch die Venus; auch hier erreicht die Spitze des Schattenkegels die Erde nicht. Erst seit Erfindung der Fernröhre vermogte man dergleichen zu beobachten. Sie treten stets am östlichen Sonnenrande ein, und der Merkurs-Durchmesser bedeckt dabei ungefähr den 150ten, jener der Venus den 30sten Theil des Sonnendurchmessers. Erstere treten im Jahrhundert 13mal, letztere 2mal ein. Die nächsten Durchgänge des Merkur stehen uns bevor den 5ten Nov. 1822 und den 5ten Mai 1832. Der letzte Durchgang der Venus hatte den 3ten Juni 1769 Statt, und ihre nächsten werden eintreten den 9ten December 1874 (unsichtbar für Europa) und den 6ten Dec. 1882 (nur zum Theil sichtbar für Europa). — Die Venus heißt auch, wenn sie zur Zeit ihrer östlichen Elongation, nach dem Austritt aus ihrer oberen Conjunktion über dem westlichen Horizont

steht, der Abendstern, und nach ihrer unteren Conjunction, wo sie vor Sonnenaufgang über dem östlichen Horizont erscheint, der Morgenstern.

8) Merkur ist ungefähr 6mal stärker und Venus doppelt so stark als die Erde von der Sonne beleuchtet; Mars hat eine halb so starke Beleuchtung, beim Jupiter beträgt sie 1/27, beim Saturn 1/90 und beim Uranus 1/204 der Beleuchtung unserer Erde. — Vermöge der Axendrehung der Sonne scheint ein beträchtlicher Theil ihrer leuchtenden Atmosphäre linsenförmig erhoben zu werden, und so das Zodiakallicht zu erzeugen, das am besten beobachtet wird, wenn die Sonne wenigstens 18° tief unter dem Horizonte steht, und wenn das über dem westlichen Horizonte befindliche Stück der Ekliptik mit dem Horizonte einen großen Winkel macht. Dieses ist der Fall, wenn der 0 Punkt des Widders im Abendhorizonte steht, wo jener Winkel der Aequatorhöhe und der Schiefe der Ekliptik zusammengenommen gleich ist, also bei uns über 62° beträgt. Der breitere Theil dieses, dem Längendurchschnitt einer Spindel ähnelnden Scheins, ist am Horizonte stets dort, wo die Sonne darunter steht und die Farbe desselben ist hier etwas gelblich oder röthlich. In der Mitte ist es am meisten glänzend und die Spitze desselben ist in die Höhe gerichtet, so daß die Axe desselben mit der Ekliptik einen Winkel von 71/2° macht. Die beste Beobachtungszeit ist Mitte Octobers, am östlichen Horizont früh vor Sonnenaufgang. Die kleinste Breite desselben am Horizont beträgt 8°, die größte 30°. Man vermuthet, daß es sich bis in die Gegend des Mars erstreckt.

9) Die Knotenpunkte (wo Ekliptik und Mondbahn einander schneiden) rücken jährlich um 19° von Osten nach Westen d. i. gegen die Ordnung der Zeichen fort, so daß sie in 19 Jahren durch 1° mehr als den ganzen Kreis (nämlich durch 361 Grade) laufen. Im Mittel legt der Mond täglich 13° 10′ 35″ in seiner Bahn zurück, oder durchläuft in 1 Sekunde, in der Erdferne, 3132 pariser Fuß, was ohngefähr 33 Bogen-Tertien seiner Bahn giebt.

10) Newton, und späterhin vorzüglich d'Alembert, Euler und Simpson zeigten, daß das Vorrücken der Nachtgleichen (§. 67. Bem. 11 n u. Bem. 6) eine Wirkung des Gegenzugs der Weltkörper sey, und daß vorzüglich über 16″ für den der Sonne, und über 34″ für jenen des Mondes auf die sphärische Gestalt der Erde zu rechnen sey. In der Folge zeigte la Place, daß hiebei auch die gegenseitige Ziehung der Planeten mitwirke, indem dieselbe jährlich 0″, 18 ostwärts, d. i. nach der Ordnung der Zeichen wirke. Ximenes setzt die größte Vorrückung auf 59″, 83 und die kleinste auf 40″, 83. v. Zach berechnet das mittlere jährliche Vorrücken der Nachtgleichen (oder die m. j. Präcession) = 5″,579,

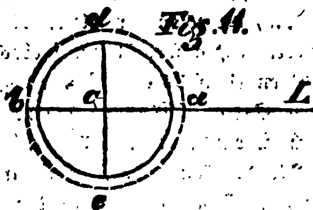
wovon aber, wegen der Variation der Aequinoctialpunkte 0'',191 abgezogen werden müssen, so daß also die mittlere Größe der Präcession, oder des ostwestlichen (d. i. gegen die Ordnung der Zeichen gehenden) Fortrückens jenes Punktes, in welchem die Ekliptik vom Aequator geschnitten wird, jährlich = 50'',388 zu setzen ist. Drücken wir 1° in Tausendtheilchen einer Sekunde aus und dividiren diesen Ausdruck mit 50'',388, so giebt der Quotient 71,445 Jahre, als diejenige Zeit, welche erfordert wird, damit das Vorrücken der Nachtgleichen *einen* Grad betrage. (Setzen wir die kleinste jährliche Präcession = 50'',15, so fodert 1° Vorrückung = 71,784.) Gemäß der Präcession werden auch die Stellen der Weltpole, in denen sie jetzt auf der Himmelskugel verzeichnet sind, eben so fortrücken müssen, wie der die Ekliptik stets in andern Punkten durchschneidende Aequator selbst fortrückt, und beschreibt man mit einem bogenförmigen Halbmesser von 23° 28' aus dem Pol der Ekliptik einen Kreis auf der Himmelskugel, so wird der in einem Punkte desselben liegende Pol des Aequators, sich in ihm jährlich um 50'',388 gegen die Ordnung der Zeichen fortbewegen, und daher die ihm jetzt nahen Sterne immer weiter hinter sich zurück lassen, während er anderen, jetzt von ihm mehr entfernten, näher rückt. Dieses giebt für den ganzen, von den Astronomen das *große platonische Jahr* genannten Umlauf (d. i. für die siderische Umdrehung der Erdaxe — unter dem unveränderten Winkel ihrer Neigung gegen die Bahn — von Morgen gegen Abend) 25720 Jahren (oder bei 50'',15 jährlichen Vorrückens: $\frac{360.60.60'',000}{50'',15}$ = 25842 Jahre), oder, wenn man für einen Grad 72 Jahre rechnet, 25920 Jahre. — Hiernach wird man nach Ablauf von fast 13000 Jahren zur Zeit des längsten Tages diejenigen Fixsterne um Mitternacht am Himmel stehen sehen, die man gegenwärtig um die Zeit des kürzesten Tages um Mitternacht am Himmel erblickt. Veranschaulichung durch die von P. v. *Bohnenberger* verbesserte Segnersche Maschine; vergl. Tübinger Blätter III. 1. H. und *Gilbert's* Ann. LX. 60 u. ff.

§. 71.

Außer dem „Abnehmen der Schiefe der Ekliptik" und dem „Vorrücken der Nachtgleichen", sind von der gegenseitigen Gravitation der Weltkörper noch abhängig: die Phänomene der *Ebbe und Fluth*, das *Wancken der Erdaxe* (§. 67. Bem.) die *Bewegung der Absidienlinie der Planeten* (§. 65. Bem. 3.) *die der Knotenlinien* (§. 67. Bem. 9.) die *Rotation des Saturnus-Ringes*, und wahrscheinlich auch die

Abänderung, welche die Bahnen der meisten Cometen zu erleiden scheinen, wenn diese in die Nähe der Planeten und der Sonne kommen.

1) Die mittlere Entfernung des Mondmittelpunkts vom Erdmittelpunkt ist dem Vorstehenden gemäß 60mal größer als der mittlere Erdhalbmesser; mithin muß auch die Gegenziehung, welche der Mond von der Erde, in einer 60fachen Entfernung von derselben erfährt, 60. 60 = 3600mal kleiner seyn, als jene Anziehung, welche die Erde auf schwere Theile ihrer Oberfläche ausübt; §. 59. 62, 63 und 67. Da nun die Mondeskugel ohngefähr 50mal kleiner als die Erde, und die Mondsoberfläche gegen 14mal kleiner als die Erdoberfläche ist, u. da sich des Mondes Halbmesser zu jenem der Erde fast wie 3 zu 1 = 1, seine Dichtigkeit zu jener der Erde wie 0,8 zu 1 und die Größe seiner Masse zur Erdmasengröße fast wie 0,1 zu 1 verhält; so läßt sich umgekehrt bestimmen, um wieviel der Gegenzug des Mondes die Anziehung der Erde von ihrem Schwerpunkte gegen ihre ziehbaren Oberflächentheile, insbesondere gegen ihre Atmosphäre und gegen das sie zum größeren Theil bedeckende Wasser, zu gegebenen Zeiten zu vermindern vermag. Das Phänomen einer solchen sowohl vom Monde, als auch von der (im Mittel aber an 24096 Erdhalbmesser von der Erde entfernten, und darum, ohnerachtet ihrer körperlichen Größe, doch nur schwach einwirkenden) Sonne bewirkbaren Minderung oder Störung der Zuggewalt der Erdschwere gegen das die Erde zum größeren Theil umfließende Meer, gewährt der periodische Wechsel von Ebbe und Fluth. Es bezeichne in Fig. 11



die gerade Linie L a b die Richtung, in welcher die Gegenziehung des Mondes von seinem Schwerpunkte aus gegen den Mittelpunkt c der Erde wirkt, so wird das in a gegebene Meerwasser 1/30mal stärker, und das in b um 1/30mal schwächer zum Monde gezogen werden, als dieses beim Erdmittelpunkte c der Fall ist. In Folge dieses Gegenzuges müssen (da die Erde vom Meer umflossen und die Wassertheile a d b e als mit einander durch zwischen liegendes Wasser verbunden

angenommen werden kann) die Wassertheile aufhören einander das Gleichgewicht zu halten; und ruhetn Erde und Mond; so müßten a und b zur Zeit jener Gegenstellung des Mondes den höchsten und d und e den tiefsten Wasserstand, oder die ersteren die höchste Fluth und letztere die tiefste Ebbe haben. Es bewegt sich aber die Erde binnen 24 Stunden nach der Ordnung der Zeichen von Westen nach Osten um ihre Axe und eben so umläuft der Mond die Erde, und zwar so geschwind, daß ihn z. B. der Punkt a erst nach Ablauf von 24 Stunden und ohngefähr 50 1/2 Minuten wieder in seinem Zenith und ihn der Punkt b nach Verlauf derselben Zeit erst wieder in seinem Nadir hat; mithin verfließet von einer Fluth bis zur nächstfolgenden und von einer Ebbe bis zur andern 25 1/2 Min. über 12 St. Wenn Mond und Sonne vereint (in derselben geraden Linie) wirken, wird die Fluth höher steigen, als im entgegengesetzten Falle. Darum ist die Ebbe am tiefsten und die Fluth am höchsten, zur Neu- und Vollmondszeit, wenn um diese Zeit der Mond in seiner Erdnähe ist. Ebenso ist die Mitwirkung der Sonne größer zur Winterszeit (d. i. in der Sonnennähe) als zur Sommerszeit. Auch verfließt, vermöge der Entfernung der gen. Weltkörper für den einzelnen Meeresort bis zum Eintritt des Wechsels von Ebbe und Fluth in Zeit der Erdnähe, kürzere Zeit, als bei der Erdferne für den Mond und bei der Sonnenferne für die Erde. Ob die Schwere mindernde Gewalt der genannten Weltkörper auch Einfluß übe auf die Fallgeschwindigkeit und Pendellängen, und ob man die Richtigkeit der obigen (ursprünglich Newton'schen) Erklärung der Ebbe und Fluth, auf dem Wege des Experiments mit Hülfe des Pendels zu prüfen vermag? Vergl. m. Experimentalphysik I. 1 Cap. §. 58.

2) Der Steinregen, da schon den ältern Naturforschern bekannt, jedoch erst in neueren Zeiten sorgfältiger beobachtet worden ist, wird von einigen Physikern ebenfalls vom Monde abgeleitet, und die vom Himmel gefallenen Steine (Meteorsteine oder Aerolithen) werden daher auch Mondsteine genannt. Wirklich könnte ein z. B. aus einem Mondvulkan geworfener Stein, wenn er mit einer Geschwindigkeit von 7967 pariser Fuß in der ersten Sekunde vom Monde aufwärts geschleudert würde, nicht wieder zu demselben zurückkehren; indeß fordert dieses für jene Massen, die z. B. über 30000 bis 50000 und selbst über 300000 Pfund schwer als Meteoreisen in Asien u. Amerika gefunden worden sind, eine Wurfkraft, wie sie kaum als in dem Monde erzeugbar angenommen werden kann. Würde der Stein mit 7863 par. Fuß Geschwindigkeit geradlinig in einer Richtung emporgeworfen, welche höchstens einen Winkel von 20 1/4 Grad mit der geraden Linie zum Mittelpunkte der Erde machte, so könnte er die Erde in ohngefähr 3 Stunden erreichen. Wahrscheinlicher ist

es, daß die Aerolithen Bruchstücke eines zertrümmerten Planeten sind; §. 67. Anm. 2. Andere halten sie für Erzeugnisse unserer Atmosphäre; wo indeß schwer einzusehen ist, was die Ausdehnsamkeit so ungeheurer Luftmassen aufheben sollte, als erforderlich wären, um 300000 Pfund schwere Eisenblöcke zu erzeugen, wenn man auch zugeben wollte, daß die obersten Regionen Metalldämpfe enthielten und wenn man (wiewohl sehr gezwungen) auch die Erdpole als dergleichen Stoffe entlassende Magazine betrachten wollte; wiewohl gerade hier die Entfernung von der Erde (bei der geringen Schwungkraft und wahrscheinlich großen Kälte) fast undenkbar ist. Uebrigens enthalten die Meteorsteine in der Regel meist Eisen, und etwas Nickel, nebst Spuren von Kobalt (drei magnetische Metalle) Mangan, Kieselerde, Chrom, Schwefel, Talkerde, Kalk, Kohle ꝛc., was hinsichtlich der Zusammensetzung der außerirdischen schweren Stoffe sehr bemerkenswerth seyn dürfte. Ihr äußeres Ansehen ähnelt dem mancher Trappgebirgsarten und verschlackten Basalte; so wie sie überhaupt als durch (vielleicht mittelst Druck der Erdluft erzeugte) Hitze veränderte Gebirgsarten zu betrachten sind; vergl. a. a. O.

3) Aehnliche Veränderungen wie die Erde durch den Gegenzug der Sonne und des Mondes erfährt, erleiden ohne Zweifel auch die übrigen Planeten, theils von Trabanten, theils, wenn diese ihnen abgehen, durch den jedesmal unter ihnen am nächsten fortrollenden planetarischen Weltkörper. Was in dieser Hinsicht für jeden der übrigen Planeten möglich ist, zeigt folgende Zusammenstellung der Größen-, Abstands- und Bewegungs-Verhältnisse, und Beschaffenheiten sämmtlicher Planeten und Trabanten, so weit sich dieselben im Allgemeinen mit jenen der Sonne und der Erde vergleichen lassen.

1) Uebersicht der Größenverhältnisse der Sonne, der Planeten und des Mondes.

Namen der Weltkörper.	Größter scheinbarer Durchmesser.	Scheinbare Größe der von verschieden. Weltkörpern aus gesehenen Sonne.	Wahrer Durchmesser in geograph. Meilen.	Verhältnisse des körperl. Inhalts.	Verhältnisse der Massengrößen.
Sonne	32′36″	—	192610	1448000	357886
Merkur	12″	7	608	0,045454	0,102321
Venus	57″	2	1668	0,900000	0,924269
Erde	180°	1	1719	1	1,000000
Mars	27	0,4444	1006	0,200000	0,129453
Vesta		0,1250	68	0,000065	0,000078
Juno	3″,057	0,1250	309	0,005813	0,001078
Ceres	3″,843	0,1250	352	0,008620	0,007559
Pallas	4″,680	0,1250	465	0,018867	0,002815
Jupiter	40″	0,0371	19563	1474	330,60
Saturn	18″	0,0109	17362	1030	103,69
Uranus	4″	0,0027	7564	83	17,74
Mond.	33′37″	bald etwas über bald unter 1	468	0,0203	0,015107

2) Uebersicht der verhältnißmäßigen Sekunden-Geschwindigkeiten in geograph. Meilen, der Axendrehungszeiten und der Umlaufszeiten.

	Verhältnißmäßige Geschwindigkeit in einer Sekunde in Meilen.	Axendrehungszeit.			Umlaufszeit.		
		Tage	Stund.	Minut.	Tage	Stund.	Minut.
Sonne	—	25	14	8	—	—	—
Merkur	6, 7	—	24	5, 5	87	23	14
Venus	4, 9	—	23	22	224	16	41
Erde	4, 1	—	23	56,4	365	5	48
Mars	3, 4	—	24	39	686	10	30
Vesta	2, 7	Der geringen scheinb.			1319	26	39
Juno	2, 6	Größe wegen bis jetzt			1592	9	42
Ceres	2, 5	unbestimmbar.			1681	5	4
Pallas	2, 5	—	—	—	1682	4	47
Jupiter	1, 9	—	9	57	4332	14	—
Saturn	1, 3	—	10	16,25	10758	23	—
Uranus	0, 9	(Wegen großer Entfernung zur Zeit noch unbestimmt.)			30688	17	—

3) Uebersicht der Entfernungen und der verhältnißmäßigen Abstände von der Sonne, nebst Angabe der Neigung der Bahnen gegen die Erdbahn.

	Entfernungen von der Sonne mittlere in geogr. Millionen Meilen.	in Erdhalbmessern mittlere	kleinste	größte	Verhältnißmäßige Abstände.	Neigung der Bahne.		
Merkur	8	9391	7460	11322	0, 387	7°	0′	9″
Venus	15	17548	17427	17669	0, 728	3	23	32,7
Erde	20, 8	24260	23852	24667	1, 000	—	—	—
Mars	31, 7	36965	33519	40411	1, 524	1	51	3 5
Vesta	49	57136	52250	62021	2, 355	7	8	5
Juno	55, 6	64755	48210	81299	2, 657	13	4	12
Ceres	57, 7	67137	61877	72397	2, 760	10	37	31
Pallas	57, 7	67175	50716	83634	2, 760	34	35	2
Jupiter	108, 4	126220	120151	132288	5, 200	1	18	51,5
Saturn	198, 9	231458	218445	224471	9, 593	2	29	38 1
Uranus	397, 9	465395	443668	487121	19, 183	46	26	0

Zeichen der Planeten.

Sonne	Merkur	Venus	Erde	Mars	Vesta	Juno	Ceres	Palas
☉	☿	♀	♁	♂	⚶	⚵	⚳	⚴

Jupiter	Saturn	Uranus
♃	♄	♅

4) Uebersicht der Hauptverhältniße der vier Monde des Jupiter, der sieben des Saturn, der acht des Uranus und der Ringe des Saturn.

Benennungen der Monde (oder Nebenplaneten, Trabanten od. Satelliten).	Entfernungen vom Hauptplaneten in geogr. Meilen.	Umlaufszeiten. Tage.	Stunden.	Minuten.	Sekunden.	Größe des Durchmessers in geograph. Meilen.	Verhältniß des Durchmessers zum Durchmesser des Erdmonds.	Verhältniß des körperl. Inhalts zum Hauptplaneten.
Jupiters-Trabanten.								
I. — —	57000	1	18	27	33	564	1, 2	1/42000tel
II. — —	90000	3	13	13	41	465	fast 1	1/74000 =
III. — —	144000	7	3	42	33	818	1, 79	1/14000 =
IV. — —	254000	16	16	32	8	570	1, 217	1/40000 =
Saturnus-Trabanten.								
I. (der Entdeckungszeit nach d. VII.)	27000	0	22	37	0	—	— —	— —
II. (— VI.)	34000	0	32	53	0	—	— —	— —
III. (vorm. I.)	42000	1	21	18	27	105	0, 224	1/4520220tel
IV. (— II.)	54000	2	17	44	22	105	wie III.	wie III.
V. (— III.)	76000	4	12	25	12	256	0, 547	1/311000tel
VI. (— IV.)	174000	15	22	34	38	618	1, 32	1/22170 =
VII. (— V.)	505000	79	7	47	0	388	0, 829	1/89584 =
Uranus-Trabanten.								
I. (der Entdeckungszeit nach d. VII.)	— —	(Ferne, Umlaufszeit und Größe sind noch nicht bestimmt.)						
II. (— VI.)	— —							
III. —	50000	5	21	25	0	(Noch nicht bestimmt.)		
IV. —	65000	8	16	58	—	—	—	—
V. —	76000	10	23	4	—	—	—	—
VI. —	87000	13	10	55	—	—	—	—
VII. —	175000	38	1	49	—	—	—	—
VIII. —	350000	107	16	40	—	—	—	—

NB. Herschel glaubt bemerkt zu haben, daß Uranus von zwei sich kreuzenden Ringen umgeben sey. Sollte jenseits des Uranus noch ein Planet (in doppelter Entfernung des Uranus von der Sonne; s. oben §. 67 Bem. 2) die Sonne umlaufen, so würde dieser seiner großen Entfernung und schwachen Beleuchtung wegen für uns unbeobachtbar seyn.

Saturnus-Doppelring.	Entfernung vom Saturn.	Umschwungszeit. Tage.	Stund.	Minut.	Sekun.	Durchmes. in geogr. Meilen.	Breite in geograph. Meilen.
I. Innerer	6034	—	—	—	—	40200	4300
Zwischenraum zwischen beiden Ringen =						620 geogr. Meilen.	
II. Aeußerer	10954	10	23	15	24	44440	1500

NB. Der Axendurchmesser des Saturn verhält sich zum Durchmesser seines Aequators, wie 32 zu 35; sein größter Durchmesser steht aber um einen Winkel von 43° vom Aequator ab, verhält sich zum Durchmesser des Aequators wie 36 zu 35 und zum Axendurchmesser, wie 36 zu 32, und beträgt daher 19532 geographische Meilen. Die Dicke der Ringe ist = 250 geogr. Meilen. Beide (flache, concentrische) Ringe neigen sich gegen den Aequator. Die Neigung derselben gegen die Ekliptik ist = 31° 20′. Die Monde bewegen sich, etwa mit Ausnahme des VIIten, in der Ebene des Ringes. Herschel nimmt an, daß sich der Ring um eine auf seiner Ebene senkrechten Axe binnen 10 Stunden drehe; wogegen Schröter vermuthete, daß der Ring der Sonne stets dieselbe Seite zukehre und daher erst binnen eines siderischen (in Beziehung auf die Fixsterne geltenden) Umlaufs des Saturns (d. i. binnen 29 Jahren, 166 Tagen, 19 Stunden, 51 Min. 11 Sekund.) einmal um seine Axe drehe. — Uebrigens scheint es bei sämmtlichen Trabanten Gesetz zu seyn, gleich unserem Monde, ihrem Hauptplaneten stets dieselbe Seite zuzuwenden, und sich in derselben Zeit einmal um ihre Axe zu drehen, in der sie den Hauptplaneten umlaufen. Je größer die Zahl der Trabanten eines Planeten ist, um so häufiger werden auch für ihn Sonnenfinsterniße eintreten, und um so mehrfach würden auch die störenden Einflüße (z. B. der Ebbe und Fluth ähnelnde) sich häufen, wenn die gravitirenden Massen jener Planeten nicht von so beträchtlicher Größe wären. — Für unseren Mond gleichen sich alle Unregelmäßigkeiten seines Laufes (§. 70 Bem. 2) binnen 18 Jahren und 10 Tagen wieder aus; vergl. §. 70 Bem. 10.

Einige Planeten scheinen außer dem von der Sonne ihnen zukommenden Lichte, selbsteigenes Licht in ihrer Atmosphäre zu entwickeln, und hierin den Kometen sich zu nähern; z. B. die Vesta, vielleicht auch Pallas, Ceres, und Juno; außerdem dürften auch die meisten, vorzüglich die der Sonne näheren Planeten, an ihrer Oberfläche etwas Licht entwickeln, gemäß der Bestrahlung von Seiten der Sonne; ähnlich jenem Leuchten, welches viele Körper, besonders die kalkhaltigen und die von Schnee bedeckten zeigen, wenn sie eine Zeit lang der Sonne ausgesetzt waren und darauf ins Dunkle gebracht werden; und welches man das Leuchten durch Einstrahlung zu nennen pflegt. Durch vulkanische Auswürfe entwickeltes Licht bietet außer der Erde auch der Mond, vielleicht auch die Venus dar. Das zurückgeworfene Licht läßt uns den Merkur im weißen, die Venus im glänzend (wenig gelblich) weißen (ihre Nachtseite im aschgrau-röthlichen) den Mars im rothen (an den Polen im weißglänzenden), den Jupiter im weißen und den Saturn im matt bläulich-weißen Lichte erblicken.

5) Uebersicht der merkwürdigsten Beschaffenheiten der Sonne und der Hauptplaneten. (A)

Namen der Weltkörper.	Dichtigkeit	Abplattung.	Fallgeschwindigkeit in der ersten Zeitsek. unter gleicher geogr. Breite.	Atmosphäre.
			par. Fuß	
Sonne.	0,236	Vielleicht 0,052. Scheint in der Gegend ihres Aequators abgeplattet zu seyn.	398,44	Wahrscheinlich doppelt; nemlich eine untere, in der Nähe des dunkelen Sonnenkörpers, welche nicht leuchtet und eine obere, den Planeten zugewendete, welche, vielleicht in Folge des Umschwungs, das Licht entwickelt. Stellenweise vermehrte Lichtentwickelung giebt hiernach die Sonnenfackeln, die Andere von Vulkanen ableiten; verminderte oder stellenweise aufgehobene die Sonnenflecken?
Merkur	2,398	Wenig abgeplattet.	12, 63	Fast wolkenlos; denn man bemerkt weder «Streifen» noch «Flecken.»
Venus	1,01	—	14, 95	Selten neblige Flecken; daher kaum wolkig, mithin an Wasser arm.
Erde	1,000	Fast 5 1/7 geogr. Meil. (Durchmesser d. Aequators verhält sich zu dem der Axe wie 335 zu 334.)	15, 1	Dem fernen Beobachter würde die Erde zur Regenzeit der heißen Zone erscheinen, als wäre sie in dieser Gegend von einem dunkelen nebligen Gürtel umgeben.
Mars	0,66	Durchmesser d. Aequators zur Axe wie 16 zu 15.	5, 81	Wolkenreich, zufolge großer veränderlicher Flecken.
Vesta	1,2		0, 73	Der Kometen-Atmosphäre ähnlich.
Juno	0,53		2, 13	
Ceres	0,16		2, 85	
Pallas	0,94		0, 64	
Jupiter	0,21	1/14?	40, 3	Dunkle nicht genau begrenzte veränderliche Flecken, mit parallelen veränderlichen Streifen, auf große und regelmäßige Wolkenbildungen deutend.
Saturn	0,039	Durchmesser des Aequators zur Axe wie 35 zu 32.	14, 04	Fast der Ebene der Ringe parallele, graue Streifen, dunkle veränderl. Stellen.
Uranus	0,185	Beträchtlich abgeplattet mithin Axendrehung besitzend; vergl. S. 113 u. S. 176.	12, 7	Wegen großer Entfernung zur Zeit noch unbestimmt.

Uebersicht der merkwürdigsten Beschaffenheiten der Sonne und der Hauptplaneten. (B)

Namen der Weltkörper.	Jahrszeiten.	Wasser-Bedeckung.	Gestalt der Oberfläche.
Sonne	Bei wechselnden Flecken könnten für einzelne Gegenden der Sonnenoberfläche, in der Beleuchtung und Wärmung periodische Aenderungen möglich seyn.	?	Bergig, vielleicht hohe Vulkane?
Merkur	Fast wie auf der Erde, nur in schnellerer Folge; jede nur 22 Tage dauernd.	?	Hohe Gebirge.
Venus	Dem Wechsel der Jahreszeiten auf der Erde sehr ähnlich; von etwas kürzerer Dauer.	Wahrscheinlich wenig Wasser.	Ueber 4 Meilen hohe Berge; lange Bergketten bildend.
Erde	S. Seite 143, 145 und 151. Uns ist die Venus Abend- u. Morgenstern; dem Mars ist es die Erde.		Chimborasso = 19000 par Fuß, Tibetanische und Indische Berge angeblich von 27000 Fuß Höhe.
Mars	Minder beträchtlicher Unterschied; fast noch einmal so lange dauernd als auf der Erde; schon in einer Breite von 60° Polareis.	Verhältnißmäßig mehr Wasser u. weniger festes Land als auf der Erde.	
Vesta, Juno, Ceres, Pallas	Beträchtlicher Unterschied der Jahreszeiten.	?	?
Jupiter	Unterschied der Jahrszeiten fast = 0.	Wahrscheinlich viel Wasser, auf den Gebirgsgipfeln Schnee?	Eisbedeckte Berge?
Saturn	Erheblicherer Unterschied als auf der Erde; jede Jahrszeit dauert 7 Jahre.	Mehr Wasser Wahrscheinlich auch auf den Ringen Eis.	Hohe Gebirge, lange Ketten bildend.
Uranus	Größter Unterschied und Wechsel der Jahrszeiten.	—	Vielblättrig?

6) Uebersicht der merkwürdigsten Erscheinungen an dem Erdmonde.

Mittlere Dichtigkeit.	Fallgeschwindigkeit in der ersten Sek.	Atmosphäre.	Gestalt der Oberfläche.			
			Ringgebirge.	Centralgebirge.	Einzelne Berge und Bergketten.	Thäler und Einsenkungen.
0,719	2,960	Dünne reine wolkenlose, mit schwacher Dämmerung; von etwa 8000 Fuß Höhe.	Zahlreiche, 1000 bis 10000 Fuß hohe, von Wällen umgebene (in Form unveränderlicher dunkeler Flecken erscheinende Vertiefungen, von denen manchmal größere in kleinere eingreifen. Die Vertiefungen werden von mehreren Astronomen für Krater großer Vulkane gehalten. Sie haben 100 bis 1000 ja einige an 8000 Fuß Tiefe, und 2, 5, 10 bis 80 Meilen Durchmesser. (Der Krater unsers Aetna hat nur 4000 Fuß Durchm.) Die bei totalen Sonnenfinsternissen beobachteten blitzenden Lufterscheinungen (z. B. jene, die der Admiral Ulloa d. 24. Juni 1778 beobachtete, u. welche ihn wähnen machte, als sey der Mond durchlöchert, sind vielleicht Folge vulkanischer Ausbrüche. Ueber die Beobacht. zweier Ausbrüche der Art; Gilbert's Ann. LIX. S. 3.	Einzelne, innerhalb einiger Ringgebirge stehende Innen-Berge, von beträchtlicher Höhe; vielleicht die eigentlichen Vulkane des Mondes?	Die meisten u. höchsten Gebirge sind (wie dies auch auf der Erde der Fall ist) auf der südlichen Halbkugel. Die Höhe der größten einzelnen sehr steilen Mondsberge (deren Gipfel von der nicht von d. Sonne beleuchteten Mondfläche zuerst leuchtend oder glänzend erscheinen, u. bei zunehmender Beleuchtung an Glanz gewinnen) hat man mit Hülfe ihrer (nach dem Stande d. Sonne verschiedenen, in Form veränderlicher Flecken erscheinenden) Schatten gemessen, u. zwei der höchsten, genannt: Leibnitz u. Dörfel, gegen 25200 Fuß hoch gefunden.	Erstere scheinen große irreguläre trockene Ebenen zu seyn, letztere wurden sonst für Meere gehalten, was indeß bei dem zufolge der Atmosphäre wahrscheinlich fast vollkommenen Wassermangel unstatthaft ist. — Einzelne Vertiefungen sind mit Nebel bedeckt, welcher vielleicht auf Bewohnung dieser Thäler deutet? Besonders hat man dergleichen veränderliche Bedeckungen in den beiden Ringgebirgen Possidonius und Gassendus beobachtet. Sie haben mitunter gegen 200 Quadratmeilen Verflächung. Außerdem beobachtete Schröter zwei Rillen oder Furchen, deren eine gegen 30, die andere gegen 70 geogr. Meil. lang ist, u. deren eine den Wall eines sog. Kraters durchsetzt.

NB. Die Erde vom Monde aus betrachtet, würde den diesseitigen Mondsbewohnern stets an derselben Stelle und etwa 14mal größer erscheinen, als sich uns der Vollmond zeigt. Sie haben Vollerde, wenn wir Neumond und Neuerde, wenn wir Vollmond haben. Unsere Mondfinsterniß ist ihnen Sonnenfinsterniß, u. zwar meist totale, nie ringförmige, da ihnen die Erde stets größer erscheinen muß als die Sonne. Partial kann sie nur dann seyn, wenn der Mond in den Halbschatten der Erde tritt. Die Gipfel unserer höchsten Gebirge werden ihnen, wenn diesen die Sonne aufgeht, erleuchtet und glänzend erscheinen, während die Erdthäler und Meere noch in Finsterniß gehüllt sind. Sähen wir vom Monde aus unsere Erde, so würden wir zur Zeit der Vollerde die Axendrehung bemerken, ihr Festland u. ihre Meere unterscheiden, und mit gut bewaffnetem Auge ihre vulkanischen Ausbrüche und ihre Gewitterwolken wahrnehmen können.

4) Die Abplattung der Planeten, d. i. die durch Verkürzung ihrer Axen erzeugte Abweichung von der Kugelbegrenzung, muß als Folge des Umschwungs um die Axe betrachtet werden, und setzt voraus, daß die Planeten schon zu Zeiten um ihre Axe sich dreheten, als ihre Masse noch flüssig oder weich war, oder vielmehr als sie zu erstarren begann; vergl. oben §. 60. Bem. 4 u. m. Grundr. der Experimentalphys. Cap. XII. Denn es müßten z. B., gemäß der unter dem Aequator vorhandenen größeren Schwunggewalt (§. 60. Bem. 3. §. 63. Bem. 17 u. 18) alle flüssige, als solche der Einwirkung der Schwunggewalt nachgebende Theile, sich unter dem Aequator erheben, und das feste Land überschwemmen, wenn dasselbe dort nicht eine gleiche Erhebung hätte. Aehnliche Betrachtungen führten schon Huyghens und Newton zu der Folgerung, daß die Erde ein unter den Polen abgeplattetes und unter dem Aequator erhabenes Ellipsoid sey; auch ergab sich aus des letzteren Gravitationstheorie, daß von dieser abgeplatteten Gestalt der Erde auch größtentheils jene Ungleichheiten abhängig sein müßten, welche der Umlauf des Mondes darbietet; und diese in Rechnung genommen, ergab sich umgekehrt daraus die Abplattung der Erde = $^1/_{305}$. Schon die unter Ludwig dem 15ten bewirkten älteren, besonders aber die neueren, von französischen und englischen Gelehrten veranstalteten Gradmessungen, bestätigten die Richtigkeit obiger Folgerungen. Hiernach ist ein Grad vom Umfange des

Aequators	=	57101,778	alt franz. Toisen		
ein Meridiangrad unter dem Aequator	=	56727,954	—	—	—
ein Meridiangrad unter dem Pol .	=	57289,015	—	—	—
der Halbmesser des Aequators . .	=	3271691	—	—	—
die halbe Erdaxe	=	3260964	—	—	—
Unterschied der Axen	=	21454	—	—	—

5) Seit Newton und Halley hat man es auch versucht, die Bewegungen und die Natur der Kometen näher zu bestimmen. Hinsichtlich der ersteren haben sorgfältige Beobachtungen und Messungen einzelner Bahnentheile gelehrt, daß es sehr lange Ellipsen sind, in deren einem Brennpunkte die (von den Kometen) umlaufene Sonne steht. Rücksichtlich der letzteren weiß man, daß einige der gesehenen Kometen einen dunkelen Kern enthalten, während andere vollkommen durchsichtig sind (z. B. der im Juni 1819 der Sonne vorübergegangene Komet, der keine Stelle der Sonnenscheibe verdunkelte), daß beide Arten von einer selbstleuchtenden, dunstigen weit verbreiteten Atmosphäre umgeben sind, und daß sie den mehrere Millionen Meilen weit sich erstreckenden Schweif erst zeigen, wenn sie in die Nähe der Sonne kommen. Vielleicht gehen sie in Planeten über, wenn sie in die Attractionssphäre mächtigerer

Sonnen gerathen, als die unsere ist, und vielleicht sind alle Planeten ehemals Kometen gewesen? vergl. m. Experimentalphys. §. 68. Bem. 2. Ihre lang gezogenen elliptischen Bahnen gewähren wenigstens die Möglichkeit, daß sie unser Sonnensystem gänzlich verlassen und zu anderen übergehen, oder durch letztere zu parabolischen oder hyperbolischen Bahnen gebracht, und in beiden Fällen für uns verlohren gehen können; wie denn wirklich die wenigsten der bisher gesehenen Kometen wiedergekehrt sind. Zu den wenigen, welche wiedergekehrt, gehört jener, dessen Wiederkehr bisher nach je 76 Jahren erfolgte, nämlich 1456, 1531, 1607 u. 1682, und dessen 1759 erfolgtes Wiedererscheinen von Halley (gemäß der aus seiner Bahn berechneten Umlaufszeit) vorausgesagt wurde. (Dieser würde hiernach 1835 wieder erscheinen.) Der vom Jahr 1807 sollte, Bessel's Beobachtungen und Berechnungen zufolge, eine Umlaufszeit von 13 ¹/₂ Jahr haben, die aber wahrscheinlich durch die von den Planeten zu erleidenden Störungen verändert worden sein dürfte. Der große Komet von 1811 wurde den 25ten März von Flaugergues zu Viviers entdeckt, verschwand dann, indem er sich in den Sonnenstrahlen verbarg, erschien wieder (von der Sonnennähe rückkehrend) den 20ten August und blieb sichtbar bis zum 11ten Januar 1812. Nach Bessel dürfte sein kleinster Abstand von der Sonne gewesen sein = 1,0354 Halbmesser der Erdbahn, sein größter = 449,6 Halbm. d. Erdb. Am 15ten Oktober 1811 hatte er seinen größten Glanz, und die Ausdehnung seines Schweifes betrug 15° (der des Kometen von 1744 verlängerte sich bis zu 40°). Der Kern desselben war zunächst von einem dunklen Kreise umgeben; diesen umschloß ein heller Kreis, der hinter dem Kometen (abwärts von der Sonne) ungeschlossen blieb, und sich in zwey parabolisch gekrümmte, einen dunklen Raum einschließende Lichtschweife theilte. Durch die dichtesten Stellen seines Schweifes sah man noch Sterne 8ter und 9ter Größe. Da der uns sichtbare Theil der Bahn dieses Kometen nur wenig von einer Parabel abwich, so erschien er wahrscheinlich für die Erde, im Jahr 1811, zum ersten und zum letzten Male. Der Schweif des Kometen vom Jahr 1819 erstreckte sich wahrscheinlich bis über die Erdbahn hinaus. Manches (späterhin bei der Untersuchung der elektrischen Erscheinungen uns deutlicher werdende) scheint dafür zu sprechen, daß jedes Kometen Schweif Folge derjenigen Elektrisirung ist, die der Komet von der Sonne erhalten dürfte, wenn er in ihre Nähe kommt; und da dieser Schweif sich bis zur Erde erstrecken kann, so ist es nicht ganz unwahrscheinlich, daß die letztere einen Theil der kometarischen Elektricität in Fällen erhält, wo der Schweif über die Erdbahn hinausreicht. Dieses könnte für die Erde von keinem Nachtheil seyn; höchst verändernd (Erdaxen verrückend) wür-

de aber ein Komet wirken, dessen Kern auf den Erdkörper stieße. Dieses ist, nach Olbers (aus Gründen der Wahrscheinlichkeitsrechnung) binnen 220 Millionen Jahren einmal möglich. Sind die nicht wiederkehrenden Kometen vielleicht Vermittler gegenseitiger Erregung zwischen den verschiedenen Sonnensystemen, und schlingen sie so das Band, welches die Welten mit einander zum gegenwirkenden Ganzen verbindet, indem sie jene Aenderung ihrer selbst, welche sie in dem einen Sonnensysteme erlitten, gegenwirkend mitbringen zu dem zunächst in ihre Nähe gerathendem Weltsysteme? Vergl. m. Experimentalphysik a. a. O.

§. 72.

Betrachtet man jene glänzenden, die Sonne nicht umlaufenden Sterne, welche man zur Unterscheidung von den Planeten oder Wandelsternen, Fixsterne genannt hat, durch gute Fernröhre, so löst sich ihr funkelndes Licht in das ruhige Leuchten eines einzigen Punktes (selten einer Scheibe von höchst geringem scheinbaren Durchmesser) auf. Wir vergleichen sie zunächst mit unserer Sonne, und gönnen der Vermuthung Raum, daß jene unter ihnen, welche zur Milchstraße gehören, mit unserer Sonne eine gemeinschaftliche Bewegung um eine Centralsonne haben, deren Gravitation die Bahnen aller dieser Sonnen und deren Trabanten regelt.

1) Ueber Herschels Bestimmungen der Parallaxe einiger Fixsterne; m. Experimentalphysik a. a. O. Gesetzt, die jährliche Parallaxe eines uns nicht sehr fernen Fixsternes erster Größe betrage 1 Sek., so muß derselbe mindestens um 200000 Erdbahnen-Durchmesser von uns entfernt sein. Fixsterne 2ter, 3ter u. s. w. Größe, erscheinen uns so klein, wahrscheinlich nicht darum, weil sie wirklich kleiner sind, sondern weil sie sich in größeren Entfernungen von der Erde befinden.

2) Den Aequator ohngefähr unter einem Winkel von 60° schneidend, erblickt man bei sternhellem Himmel einen, sich durch die ganze Himmelskugel ziehenden, lichtschimmernden, stellenweise getheilten Streifen, die sogenannte Milchstraße, der teleskopisch untersucht, sich in eine zahllose Menge einzelner Fixsterne auflöst. Nach Herschel gehören zu dieser Milchstraße alle auch zur Seite derselben sichtbaren einzelnen Sterne, mit derselben ein großes Sternsystem bildend, dessen Grenzen er 498 Siriusweiten setzt; angenommen, der Sirius sei der uns nächste Fixstern. Die Anhäufung der Sterne in der

Milchstraße selbst ist scheinbar, und entspringt daraus, daß wir hintereinander befindliche Sterne von der Seite her sehen; a. a. O.

3) Ausser der Milchstraße findet man mittelst guter Fernröhre am Himmel einzelne lichte Flecken: Nebelflecke genannt. Herschel allein hat deren mehrere tausende entdeckt, und gezeigt, daß sich einige derselben, bei hinreichend starker Vergrößerung in einzelne Sternhaufen auflösen, die entweder nach der Mitte zu gedrängter stehen (eine lichtere Anhäufung bildend) oder als Einzelsterne auf einem schimmernden Nebelgrunde zerstreut vorkommen; oder auch in Form bloßer Lichtschimmer erscheinen, ohne sich in Sterne aufzulösen, oder endlich als scharf begränzte runde Scheibchen, mit sanften, dem Planetenlichte ähnelndem Lichte sichtbar werden. Die meisten dieser verschiedenen Nebelflecken scheinen Theile anderer, höchst ferner Milchstraßen oder Sternsysteme zu sein.

4) Nicht minder merkwürdig wie jene fernen Sternsysteme sind die sogenannten Doppelsterne, von denen vielleicht die meisten, gleich jenen im Sternbilde des Schwans, wirklich doppelte, zu einem Sonnensysteme gehörige, einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt und gemeinschaftliche Fortbewegung im Sternsysteme habende Sonnen sind. — Mehrere Astronomen halten den hellglänzenden Sirius für die Centralsonne unserer Milchstraße. Ueber den periodischen Lichtwechsel einzelner Sonnen (Fixsterne) über die dunkelen Flecke am südlichen Himmel (sog. Kohlensäcke), und über die wahrscheinlich gemeinschaftliche Bewegung aller Sonnen unseres Sternensystems a. a. O.

5) Dieselbe Gravitation, welche Sonnen und deren Trabanten in ihren Bahnen erhält, sie ist es auch, die das Bestehen jedes einzelnen Weltkörpers und zunächst auch das unserer Erde sichert, und die sich hier, ausser den Phänomenen des Falles zunächst kund thut, durch das Umflossensein von der Erdatmosphäre, gemäß der gegen die Himmelsluft (den Aether) gerichteten Zuggewalt der Erde, welche jene um die Erde sammelnd, sie in eine drückende Flüssigkeit verwandelt, deren Druckgewalt alles preis gegeben ist, was von derselben bedeckt und umgeben vorkömmt, wie die nächstfolgenden Untersuchungen ausführlicher darthun werden. Zufolge dieses Luftdrucks erscheint das Wasser als tropfbare (ebenfalls drückende) Flüssigkeit, und mit ihm alles, was als Flüssiges des Siedens fähig ist, und bestehen die Organismen als Wesen, in denen Tropfbares dem Beweglichstarren sich unterordnet, und widerum Starres dem beweglichen und bewegenden (druckenden und ziehenden), Tropfbaren und Ausdehnsamen sich fügt.

Drittes Kapitel.

Von dem Drucke und von der Anhaftung des Flüssigen.

§. 73.

In jeglichem Flüssigen ist die Bestimmbarkeit zur Bewegung durch die Schwere größer, als die Macht des Zusammenhangs seiner denkbaren Theile; dieses lehrt schon seine Verschiebbarkeit, aber noch vollständiger (wenn es nicht in Gefäßen eingeschlossen ist) sein Zerfließen und bei den Tropfbaren, (wenn es in Behältern getragen wird) dessen wagrechte Oberfläche. Vergl. §. 20. u. 21. und §. 51 Bem. 3. Letztere ist offenbar Folge des für jeden einzelnen Theil von allen Seiten gleichen, der Zugrichtung der Schwere untergeordneten Drucks; ersteres hingegen erfolgt theils gemäß dieses, im Verhältniß der senkrechten Höhen zunehmenden Drucks, theils nach Maßgabe der Flächenzugkraft — Anhaftung oder Adhäsion; vergl. §. 52. Bem. 3 u. 4. Denn vermindern wir (z. E. durch Bestreichen mit Fett und Bestäuben mit Bärlappsaamen — Sem. Lycopodii —) die Adhäsion der dem Tropfbaren zur Unterlage bestimmten festen Fläche so weit, daß die gegenseitige Anziehung der denkbaren Tropfentheilchen größer ist, als die Gegenziehung der starren Fläche, so bildet z. B. jeder einzelne auf die also vorbereitete Unterlage gebrachte Wassertropfen, eine kleine frei bewegliche Kugel, welche lediglich durch die senkrechte Unterstützung ihres

Schwerpunkts gegen das Fallen gesichert ist (§. 51. Bem. 3. §. 44. u. §. 63. Bem. 7). Entstäuben wir hingegen jenes Kügelchen (indem wir es wiederholt über unbefettete und unbestäubte Glas- oder Papierflächen wegrollen lassen), so tritt allerdings das Gegentheil ein, indem nun zunächst das unterste Theilchen der Adhäsion der Fläche, die überliegenden Theilchen dem Zuge des unteren und alle einzeln dem der Schwere folgen, und so zerfließen. Zugleich weicht hiebei jedes zunächst untere Theilchen um so schneller dem lastenden oberen aus, je größer der senkrechte Druck ist, den letzteres gegen ersteres übt; und von allen weicht das unterste Theilchen am schnellsten aus, weil es der Summe des senkrechten Drucks aller darüber liegenden Theilchen ausgesetzt ist.

§. 74.

War nun das Zerfließen durch die Wände eines (die Flüssigkeit enthaltenden) Gefäßes verhindert, so ist klar, daß der Druck den das Flüssige gegen den Boden und gegen die Seitenwände ausübt, im zusammengesetzten geraden Verhältniß der senkrechten Höhe und der Dichtigkeit (§. 43. u. 14.) des Flüssigen stehen muß, und daß es, wenn man die Seitenwände des Gefäßes in verschiedenen Höhen gleichzeitig durchlöchert, aus diesen (gleich groß und in allem übrigen gleich angenommenen) Oeffnungen mit Gewalten herausschießen wird, die sich zu einander verhalten, wie ihre senkrechten Abstände, und deren größte die Oeffnung unmittelbar oberhalb des Gefäßbodens, deren kleinste hingegen jene ohnfern der Oberfläche (des sog. Wasser- oder vielmehr Flüssigkeitsspiegels) darbietet.

1) Der Wasserspiegel des ruhigen Meeres und überhaupt großer ruhiger Gewässer, kommt einer wagrechten Oberfläche am meisten nahe, weil die einander im Gleichgewichte haltenden Wassersäulen durch die Adhäsion der Ufer- oder Gefäßwände verhältnißmäßig höchst unbedeutend in die Richtung dieser Seitenwände gezogen werden, und diese geringe Zuggewalt fast hinreicht der kugelbildenden Zuggewalt des Tropfbaren das Gleichgewicht zu halten. Wirkte gar keine Adhäsionsziehung von Seiten der Uferwände, so würde es dem Meer im Großen ergehen, wie dem in Gefäßen getragenen Wasser im Kleinen, wenn die Innenwände solcher Gefäße vor dem Füllen mit Wasser mit Fett bestrichen und mit Bärlappsaamen ausgestäubt

worden waren, oder wenn das Gefäß mit Wasser überfüllt worden ist, wo dann in beiden Fällen das Wasser mit erhaben gekrümmter (convexer) Oberfläche, gleich einem nur dem oberen Theile nach sichtbaren Wassertropfen erscheint. (Was vom Wasser im Vorhergehenden und im Nachfolgenden gesagt wird, gilt im Allgemeinen von jedem Tropfbaren.)

2) Auf gleiche Weise wie Wasser in Gefäßen mit nicht ziehenden Seitenwänden erhaben gekrümmt steht, so auch laufendes Merkur (Quecksilber) in steinernen, gläsernen, hölzernen u. s. w. Gefäßen. Bestehen die Gefäße hingegen aus einem Merkur anziehenden Metalle z. B. Zinn, so zeigt darin auch das Merkur eine vertieft gekrümmte (concave) Oberfläche, gleich dem Wasser, welches in nicht vollkommen gefüllten (ungefetteten und unbestäubten) Gefäßen getragen wird.

3) Da es dieselben Gefäßsubstanzen sind, welche das Merkur zur concaven Oberfläche bringen, die sich auch chemisch damit zu verbinden vermögen, und da dieses auch bei den meisten übrigen Tropfbaren in Beziehung auf die Substanz der sie zur concaven Oberfläche bringenden Gefäßwände der Fall ist, und da die Concavität (bei übrigens gleichen Bedingungen) zunimmt, wenn Gefäße gewählt werden, deren Substanz sich (nach aufgehobenen Mischungshindernissen) in verhältnißmäßig größerer Menge als andere mit dem Tropfbaren chemisch vereinen würden; so steht zu vermuthen, daß die Adhäsion des Festen gegen Flüssiges, und überhaupt alle Anhaftung dem größeren Theile nach Erfolg der nur in der Berührung wirkenden chemischen Ziehbestimmungen ist; §. 27.

4) Eine große Menge von Erscheinungen bezeugen die Wirkungen der Adhäsion. Zunächst gehört hieher das Nässen (dessen Anziehungsbestimmung wir mittelst der Haut zum Gegenstande empfindender Wahrnehmung zu machen vermögen; vergl. m. Grundr. der Experimentalphysi. §. 3. Bem. 1); das Abtrocknen (z. B. der nassen Hände mittelst linnenen Zeugs, weniger gut mit dem, dem Wasser wenig adhärirenden wollenen oder seidenen Zeuge); das Anhangen des Staubes, das Aufsaugen des Wassers und ähnlicher Flüssigkeiten mittelst Badeschwamm, Löschpapier, hanfenen Seilen (mit welchen man Wasser zu beträchtlichen Höhen heben kann, wie dieses Vera's Seilmaschine lehrt; a. a. O. Cap. III.); das Durchseihen (wässrige Flüssigkeit läßt sich besser durch Fliesspapier, als durch Leinwand, und durch diese besser, als durch Wolle seihen; saure Flüssigkeiten laufen schneller durch, als laugige [alkalische] u. s. w.); das Abfließen des Wassers beim Ausgießen desselben aus weitrandigen Gefäßen (während Merkur nur aus zinnernen, bleiernen u. s. w. Gefäßen am Rande entweder herabfließet oder doch

in Form eines rückwärts gebogenen Strahls ausfließt, da es hingegen aus Glasgefäßen gegossen, einen nach Aussen — erhaben — gekrümmten Strahl bildet); das Zusammenfließen einzelner nebeneinander gelagerter Tropfen von derselben Flüssigkeit zu einem größeren Tropfen (wodurch beim Ausgießen der Wasserstrahl sich bildet, d. i. ein Cylinder, dessen Theile aus Tropfen bestehen, die mit ihren entgegenstehenden Enden in einander geflossen sind); das Aneinanderhangen genäßten Papiers, gefeuchteter Glasplatten u. s. w. (wohin auch das Kleben, Kütten, Leimen u. s. w. gehört) die Bildung der Wolken und Dunstmassen aus zusammenhangenden Nebelbläschen u. s. w.; §. 24. Bem. 12. u. s. w.

5) Taucht man den Finger in Merkur, so bleibt er trocken; dasselbe geschieht auch, wenn man auf das in einem Glase befindliche Wasser Bärlappsaamen schüttet, und nun den Finger ins Wasser steckt; er überzieht sich mit gedachtem Staube und bleibt im Wasser trocken.

6) Lauffendes Merkur bildet, in kleine Mengen zerstiebt, fast kugliche Tröpflein, die nur auf solchen Metallplatten sich zu verflächen beginnen, deren Substanz in Merkur auflöslich ist; z. B. auf zinnernen, bleiernen, zinkenen, goldenen, silbernen. Erwärmung mindert die Anziehung der Tropfentheilchen (§. 17. Bem. 4.) daher giebt heißes Wasser kleine, kaltes große Tropfen. Auch gleichnamige Elektrisirung schwächt die Anziehung im Tropfbaren (a. a. O.).

7) Hängt man mittelst Schnüren nacheinander gleichgroße Platten von verschiedenen Materien z. B. Glas, Eisen, Kupfer u. s. w. wagrecht an den einen der Wagebalken einer genauen Wage auf, dieselben mittelst Gegengewichten auf der Schale des anderen Balkens ins Gleichgewicht bringend, und schiebt darauf ein oben offenes sehr weites Gefäß mit einer Flüssigkeit z. B. mit laufendem Merkur unter jede der Platten, so daß Flüssigkeit und Unterfläche der Platte sich genau berühren: so wird man bei den verschiedenen Platten verschiedene Gegengewichte zuzulegen genöthigt sein, um sie von der Flüssigkeit abzureißen, ohngeachtet z. B. Merkur keine der genannten (trocknen und durchaus reinen) Platten näßt; und auch dann werden sich ähnliche Unterschiede hinsichtlich des (Behufs der Trennung der Platte von der Flüssigkeit) aufzulegenden Gegengewichts zeigen, wenn der Versuch in verdünnter Luft angestellt wird. Aehnliche Versuche, welche die Verschiedenheit der Adhäsion ein und derselben Flüssigkeit zu verschiedenen starren Materien (und umgekehrt) darthun, haben Muschenbroek, Achard, Guyton Morveau, Hermbstädt, Huth, Bugge, Ruhland und Link angestellt; vergl. m. Experimentalphys. Kap. III.

8) Berühren sich zwei Materien mit ihren Gegenflächen in allen Ge-

genpunkten, so wird zwischen ihnen keine Luft, und mithin auch kein Druck derselben wirksam sein, wohl aber werden sie einen, nach Maaßgabe ihrer Flächengröße, mehr oder weniger großen Aussendruck von Seiten der Luft zu ertragen haben, der in den meisten Fällen hinreicht, sie aneinander zu halten; dieser Aneinanderdruck beider Gegenplatten, wird aber bei gleicher Dichte der umgebenden Luft und bei gleich bleibender Größe der Berührungsflächen verschiedengearteter Platten stets derselbe sein. — Zwei sog. (messingene) Adhäsionsplatten hangen, wenn sie gut abgeschliffen wurden, größtentheils durch den einseitig wirkenden äusseren Luftdruck, weniger durch ihre gegenseitige Adhäsion zusammen. — Da übrigens die Flächen zunehmen, wie die zweiten Potenzen ihrer Durchmesser, so werden sich auch die Trennungsgewichte z. B. wie 1 : 4 : 9 : u. s. w. verhalten müssen, wenn bei gleichartigen kreisrunden Platten die Durchmesser derselben zu einander sich verhalten, wie 1 : 2 : 3 u. s. w.

9) Das beim Einsaugen von Seiten starrer Materien angezogene und an den Oberflächen ihrer Gestaltungstheile haftende Flüssige, treibt diese Theile mehr oder weniger auseinander, und bewirkt so jene Raumserweiterung des Starren, welche man das Aufquellen zu nennen pflegt; §. 23. Bem. 3. Beispiele gewähren das Auseinandertreiben der hohlen Schädel durch Füllen mit zu nässenden Erbsen; das Spalten von Felsenstücken, in denen zuvor durch mittelst eines Meissels gemachte Einschnitte wohl gedörrte Holzkeile getrieben und dann genäßt wurden; das Heben von Lasten durch angefeuchtete Seile, die sich, gleich denen in Wasser liegenden Darmseiten, verkürzen, während ihre anschwellenden spiralförmig liegenden Fasern sich verdicken, u. s. w. Als 1685 unter Pabst Sixtus V. zu Rom der große Obelisk aufgerichtet werden sollte (dessen Gewicht auf 900000 Pfund geschätzt wird) verlängerten sich die Stricke der Flaschenzüge durch die starke Hubgewalt dermaaßen, daß sie, dadurch an Stärke verliehrend, zu zerreißen droheten, als der Obelisk der beabsichtigten senkrechten Stellung nahe war; Nässung der Stricke mit Wasser machte die Gefahr vorübergehen, indem sie die Stricke verkürzend die erwähnte Stellung herbeiführte. Neues Tuch wird durch Nässen verdichtet (d. i. nach allen Richtungen zusammengezogen, z. B. beim Krempan und beim Walken der Tücher), abgetragenes und dadurch hinsichtlich seiner Fäden mehr oder weniger aufgedrehtes Tuch dehnt sich hingegen im Wasser und zieht sich beim Trocknen zusammen. Letzteres findet auch beim genäßten Papier statt, das wir über einen Rahmen spannen; durch's Trocknen zieht es sich wieder zusammen, und wenn zuvor sein Rand auf den Rahmen geleimt war, so erscheint es nun möglichst gleichartig ge-

spannt, eine ebene Fläche darbietend. — Man bringt erhabene Schrift auf Holz zu Stande, indem man dieselbe in die Holzfläche (mittelst eines passenden Instruments) eindrückt, darauf die Oberfläche so weit abhobelt, bis sie mit der zuvor gemachten Vertiefung gleich wird, und dann das Holz in's Wasser taucht; es quillt auf, die zusammengepreßten Theile treten hervor und diese bilden die zuvor eingedrückte Schrift nun in erhabener Form. Man krümmt Bohlen und Bretter, indem man die eine Seite über Feuer erhitzt und dadurch von aufquellender Feuchte befreit, während man die abgewendete Seite näßt.

10) Eine zwischen zwei sonst aneinander haftende Materien gebrachte, zu der einen dieser Materien keine Cohäsion besitzende Substanz, verhindert das Anhaften der ersteren. Auf fettigem Papier kann man mit Tinte nicht schreiben und mit Wasserfarben nicht mahlen; fettige Wolle läßt sich in wässrigen (keine Lauge enthaltenden) Farbebrühen (sog. Flotten) nicht färben, und auf Glas läßt sich mit wässrigen Farbeflüssigkeiten nicht eindringende gefärbte Schrift herstellen, es sei denn, daß man dazu färbende Metallauflösungen wählt, welche (Kiesel- und Glas ätzende und auflösende) Flußsäure enthalten; §. 28. S. 56 u. m. Experimentalphysi. Cap. VII. — Schreiben wir mit Talg auf ein Ey, und legen es darauf in Essig, so löst dieser einen Theil des Kalks der Schale nur dort auf, wo kein Fett war; die fettigen Stellen bilden daher nach einiger Zeit eine erhabene Schrift. (Ueber den Steindruck; vergl. Gilbert's Ann. LIX. 75 u. LX. 95. ff.; desgl. d. deutsch. Gewerbsf. III.) Auch gehört hieher die Bereitung des sog. türkischen Papiers, dessen nebeneinander laufende Farbenadern unvermischt erhalten werden, indem man mit Terpentinöl angeriebene Farben tropfenweise vereinzelt auf eine Lösung von wenig Tragantgummi in Wasser fallen läßt, während man dazwischen etwas Ochsengalle tröpfelt, und dann Galle und Farbenflecke mit einem Spahn oder Federkiel oder Kamm durcheinander zieht; ein darauf gelegter Bogen Papier hebt sämmtliche Farben- und Gallenstreifen von der dieselben tragenden wässrigen Flüssigkeit ab, und erscheint getrocknet und geglättet mit bunt marmorirter Oberfläche; vergl. meine Anleitung in Trommdorff's Journ. d. Pharm. XIII. 1. St. 86. ff

11) Wasser haftet nicht am Bärlappsaamen (Hexenmehl), wohl aber dieser an jenes. Durch Leder gepreßte, sehr kleine (und dadurch hinsichtlich ihrer Cohäsion verminderte) Merkurkügelchen haften an festen Körpern. — Metalle gewinnen an Festigkeit, in Verhältniß wie die Näherung und Berührung ihrer Gestaltungstheile zunimmt; z. B. durch Walzen, Hämmern, Drathziehen. Ebenso wird Tuch fester durch Walken und Pressen; Obst und Fleisch durch Räuchern

Feuchtigkeitsentlassung). Thon zieht sich im Feuer zusammen (schwindet) und brennt sich hart, indem er Aufquellwasser entläßt, und seine Theile sich ungehindert ziehen können; Metalle (z. B. Stahl) härten durch Glühen und Ablöschen im kalten Wasser; Steine „zerklüften" durch dasselbe Mittel nach dem Durchgange ihrer Blätter, und werden dadurch zerreiblich. — Mit Aenderung der Adhäsion und Cohäsion der Theile, ändert sich häufig auch die Elasticität des Körpers. So ist dieses z. B. schon durch Aenderung der Gestalt der Fall (ringförmig ist derselbe Körper mehr elastisch, als in Plattenform; gespannte Felle, Seile, Saiten, Schnüre u. s. w. sind elastischer als ungespannte), noch mehr durch Aenderung der Temperatur (glühende Metalle sind sehr wenig elastisch, kalte mehr, sehr kalte sind spröde; kaltes Wachs ist sehr, warmes fast gar nicht elastisch u. s. w.). Vergl. §. 23.

12) Letzteres zeigen besonders auch die Metalldräthe und überhaupt fadenförmig ausgedehnte Körper, die straff gezogen und darauf frei gelassen um so mehr in drehende Schwingung gerathen, je weniger sie erhitzt worden waren. Hierauf gründet sich Coulomb's Drehwage, bestehend in einem verticalen Metalldraht, der oben befestigt ist, während er am unteren Ende ein durch Herabziehen spannendes kleines Gewicht und eine horizontal gerichtete (innerhalb eines in Grade eingetheilten Kreisringes schwebende) Nadel trägt, auf welche die Kräfte wirken, die man durch die Waage mittelst des Winkels messen will, unter welchem sie bewegend die Lage der Nadel ändern; vergl. m. Experimentalphsi. Cap. IV.

§. 74.

Taucht man ein gläsernes, an beiden Enden offenes, Haarröhrchen (dessen Höhlungsquerdurchmesser etwa dem Querdurchmesser eines starken Haares gleichkommt) in Wasser, oder in andere nässende und feuchtende Flüssigkeiten, so wird die Flüssigkeit darin hinauf steigen und sich über den Stand des Wassers ausserhalb des Röhrchen merklich erheben; taucht man es hingegen in Merkur, so wird dieses innerhalb des Röhrchen tiefer stehen, als ausserhalb. Man nennt diese Erscheinungen: die Phänomene der Capillarität oder der Haarröhrchenwirkung, und leitet sie Laplace's Untersuchungen und Berechnungen gemäß von der zwischen Flüssigkeit und Innenwand des Röhrchens in unendlich kleinen Fernen wirkenden Anziehung, und von der inneren Tropfenziehung der Flüssigkeitstheilchen ab;

vergl. Kries's Darstellung der Laplace'schen Theorie in Gehlen's Journal IX. u. m. Experimentalphysik Kap. III.

1) Hieher gehören auch die Phänomene der Efflorescenz oder des sog. Auswachsens verschiedener krystallisirbarer Flüssigkeiten, vorzüglich mehrerer in Wasser gelöster Salze; die Figuren gefrorner Fensterscheiben rc. s. a. a. O.

2) Je enger die Röhrchen sind, um so tiefer steht darin das Merkur und um so höher steigen darin die wässrigen, geistigen rc. Flüssigkeiten von geringer Dichtigkeit und geringer Cohäsion. Aehnliche Vertiefungen und Erhebungen bemerkt man auch, wenn man die Flüssigkeiten zwischen zwei Glasplatten bringt, die mit ihren in solche Flüssigkeit tauchenden Theilen sich unter Winkeln begrenzen. Je kleiner der Winkel ist, den die Platten einschliessen, um so tiefer steht darin das Merkur, und um so höher steigt darin das Wasser; a. a. O.

3) Erwägen wir, daß die innerhalb des Röhrchens stehende Merkurmasse einen halben Tropfen bildet, der mit seinem unteren, tieferen Rande das nicht gezogene Glas berührt, und daß dieser Rand um so tiefer zur Berührung kommt, je vollständiger der Tropfen seiner eigenen Ziehung folgen kann, ohne daran durch größere ziehende Massen seiner Substanz gehindert zu werden, mithin je enger das Röhrchen ist; bedenken wir ferner, daß das Röhrchen ausserhalb mitten in einem sehr großen, der Zuggewalt vieler gleichartiger Masse unterliegenden Quecksilbertropfen sieht, und daß umgekehrt bei den weniger dichten und sich selbst weniger stark ziehenden wässrigen rc. Flüssigkeiten die Adhäsion des Glases um so wirksamer sein muß, je geringer der Durchmesser des vom Röhrlein eingeschlossenen Flüssigkeitssäulchen ist, so ist klar, daß im letzteren Falle die Flüssigkeit solange steigen muß, bis ihr eigenes Gewicht und die Zuggewalt, welche die mit ihr zusammenhangende Flüssigkeit ausserhalb des Röhrchens gegen sie ausübt, im Gleichgewichte sind mit der Adhäsion der Innenfläche des Röhrchens; weil sie, ringsum innerhalb des Röhrchens gehoben, in der Ebene des Randes dieser Hubhöhe (vermöge eigener Cohäsion) zusammenfließt, indem die gehobenen Randtheilchen einander fast bis zur Berührung nahe kommen. Eben so werden auch sämmtliche hieher gehörige Erscheinungen (wohin zum Theil auch das Aufsteigen des Saftes in den Pflanzen gehört) als Folgen oben bemerkter Ziehbestimmungen leicht erklärbar.

4) Auch innerhalb verdünnter Luft finden obige Phänomene statt; jedoch steht, Casbois's Beobachtung zufolge, das Merkur in absolut luftfreien Barometerröhren nicht mit convexer, sondern mit fast concaver (auf Adhäsion des luftfreien Glases deutender) Oberfläche; dagegen sprechen indeß Milon's Beob. Vielleicht hat die

Elektricität der Barometerröhre einigen Einfluß auf die Gestalt der Oberfläche des Merkurs? A. a. O.

5) Scheinbare Abstoßung tritt bei zwei auf Flüssigkeiten schwimmenden Körperchen ein, wenn die tragende Flüssigkeit von dem einen der Körperchen angezogen wird, um dasselbe einen erhabenen Rand bildend, während sie das andere nicht zieht, und sie daher um dasselbe einen vertieften Rand bildet; ein Körperchen letzterer Art stellt dar ein auf Wasser schwimmendes Stückchen Talg oder Unschlitt; eines der ersteren Art, ein Stückchen Kork; beide stoßen sich daher scheinbar ab, während Talg und Talg, Kork und Kork 2c. sich scheinbar anziehen. Ebenso werden die Talgstückchen vom erhabenen Rande des in nicht vollen Gefäßen concav stehenden Wassers scheinbar abgestoßen, Korkstückchen hingegen angezogen. — Zwei dünne stählerne (als solche beträchtlich dichtere, und daher im Vergleich mit eben so großen Wasserstückchen, fast 8mal schwerere) Nähnadeln, die man allmählich so auf Wasser legt, daß sich nur ihre Spitzen berühren, nähern sich mehr und mehr, bis sie sich endlich durchgängig, längs ihrer ganzen entgegenstehenden Seiten berühren ohne zu sinken. A. a. O.

6) Legt man ein mit Hexenmehl bestäubtes Kork- oder hohles Glaskügelchen in die Nähe der Innenwand eines Wasser haltigen nicht vollen Gefäßes, so bewegt es sich vom Rande abwärts der Mitte zu, als wenn es auf einer schiefen Ebene hinabglitte. Wird das Glaskügelchen genau in die Mitte des Wasserspiegels gelegt, so bleibt es ruhig liegen.

7) Wie bey der Verfertigung des türkischen Papiers (§. 74. Bem. 10.) verhalten sich auch verschiedengeartete Flüßigkeiten, wenn sie tropfenweise übereinander gelegt werden, während dem untersten Tropfen eine zu den sämmtlichen Flüßigkeiten Adhäsion besitzende feste Platte zur Unterlage dient, deren Anziehung zu den verschiedenen Flüßigkeiten ungleich groß ist. Z. B. Man laße auf eine Glasplatte in einiger Entfernung von einander einen Tropfen Aether, einen Tropfen Weingeist und einen Tropfen Wasser fallen, jeder derselben wird sich verflächen; der Weingeist am meisten, der Aether (Schwefeläther) fast ebenso sehr, und der Wassertropfen wird sich am wenigsten ausbreiten, mithin die geringste Adhäsion zum Glase zeigen (und seine Adhäsion wird durch das größere Maaß seiner Cohäsion am meisten geschwächt seyn). Hiernach erklären sich nun folgende Erscheinungen: Auf die Mitte des ausgebreiteten Wassertropfens bringe man (mittelst einer dünnen, an den Enden zugeschmolzenen Glasröhre) einen Tropfen Aether; sogleich wird der Wassertropfen seiner größeren Dichte ungeachtet, auseinander getrieben, während der Aethertropfen sich senkt; bald darauf kehrt das Wasser zurück, sich

mit dem Aether vereinend. Statt des Aethers tröpfle man etwas Weingeist auf einen zweiten Wassertropfen; dieselbe Erscheinung wird noch etwas schneller eintreten. Ist Wasser und Weingeist wieder vereint, so wird ein zweiter Weingeisttropfen dasselbe Spiel der scheinbaren Abstoßung und Wiedervereinigung, jedoch schwächer gewähren. Je reiner (wasserfreier) der Weingeist ist, um so schneller erfolgt die Erscheinung, und um so öfter läßt sie sich wiederhohlen, und dieses giebt ein Mittel an die Hand, den Entwässerungsgrad verschiedener Weingeiste, auf der Stelle ohngefähr zu bestimmen. — Legt man auf Wasser einen Tropfen Olivenoel, so wird dieser sich darüber verbreiten, ohne es aus der Stelle zu treiben; man bringe hierauf über das fette Oel, einen Tropfen flüchtiges Oel z. B. Terpentinöl: augenblicklich wird ersteres auseinander getrieben, sich am Gefäßrande in Form kleiner Tröpflein sammelnd, während das letztere seine Stelle einnimmt. Schwamm hingegen das fette Oel auf Merkur, so wird es von dem aufgeschichteten ätherischen Oel nicht aus der Stelle getrieben, hingegen sogleich, wenn es mit einem Tröpflein Schwefelsäure belastet wird. Zu bemerken ist hiebei a) daß ätherisches Oel in (vielen) Wasser löslich ist, während sich das fette Oel nicht darin löst; b) daß weder ersteres noch letzteres mit dem metallischen Merkur sich chemisch zu einen vermag; c) daß die Schwefelsäure bei höherer Temperatur vom Merkur zersetzt wird, indem sich schweflichte Säure entbindet, während das Merkur oxydirt wird (und als Oxyd den nicht zersetzten Säure-Antheil bindet); und d) daß diese Versuche auf geringe Fernen-Wirkung (des Weingeists durch die Wasserschicht und des flüchtigen Oels durch die Olivenölschicht hindurch) zu deuten scheinen, und in dieser Hinsicht weiter verfolgt zu werden verdienen; a. a. O. Legt man Kampfer in Mitten der Oberfläche des Wassers, so vertreibt er es ringsum, angeblich vermöge der Adhäsion der Kampferdünste zum Rande der das Wasser tragenden Porzellanschale; mehrere Kampferstückchen bestimmen sich dabei gegenseitig zu auffallenden Bewegungen; Gilbert's XXVI. 121. ff. u. a. a. O.

§. 76.

Aehnlich den Ziehbestimmungen, die das Wasser erleidet, indem es sich in Haarröhrchen erhebt, sind jene, welchen es folgt, indem es von Materien angezogen und an, oder auch in denselben als tropfbare Flüßigkeit niedergeschlagen wird, welche es zuvor als ausdehnsame Flüßigkeit umgab. Man nennt diese Erscheinungen: hygroskopische oder Feuchtzehungen, und die das Wasser an sich niederschlagenden Substanzen: Feuch-

tigkeits= oder **Feuchtzieher**, oder **Hygroskope**, und sofern sie dazu dienen, die Menge des in der Luft vorhandenen, ausdehnsamen und durch Feuchtziehung fällbaren Wassers zu schätzen oder zu messen: **Feuchtmesser** oder **Hygrometer**; a. a. O. Kap. III.

1) Zu den vorzüglichsten Hygrometern gehören die Saussure'schen und de Lüc'schen; vergl. m. Experimentalphys. Kap. III. Federkiele, der Quere nach gespaltenes Fischbein, Menschenhaare, die Grannen einiger Gräser, Darmsaiten, Hanffaser, astrachanischer Thonschiefer (Lowitz's Hygrometer), Glas, Steinsalz, verschiedene Gebirgsarten, zeigen sehr merkliche Feuchtziehung durch Feuchtwerden in der Luft, und die ersteren dienen daher auch am häufigsten zu Hygrometern. Noch stärker wirken verschiedene Säuren, Salze und Chlormetalle z. B. Schwefelsäure, Phosphorsäure, salzsaurer Kalk, und vorzüglich Chloreisen (sog. sublimirtes salzsaures Eisen) welches ein Minimum von vorhandener Luftfeuchte augenblicklich durch Zerfließung anzeigt.

2) Feuchten Niederschlägen aus der Luft gehen die Feuchtungen stark feuchtziehender Materien voran, und dienen daher auch als Anzeigen bevorstehenden Regens ꝛc. Hieher gehört das Feuchtwerden steinerner und hölzerner Hausgeräthe, der Straßenpflaster ꝛc. vor dem Regen; das den genannten Niederschlägen vorangehende heftige Stinken der Kloaken gehört auch hieher und scheint zu entstehen, indem die Luftfeuchte die stinkenden Gase unserem Geruchsorgan in zum Theil aufgelöstem und mehr verdichtetem Zustande zuführt.

3) Dieselbe Feuchtziehung, welche von den erwähnten Materien gegen die Luftfeuchte gerichtet ist, zeigt sich auch bei verschiedenen hygroskopischen Substanzen gegen chemisch gebundenes Wasser wirksam, und veranlaßt in solchem Falle theilweis chemische, oftmals gänzlich chemische Zersetzung, wobei die Substanzen stets gemäß ihrer stöchiometrischen Werthe (§. 28.) wirken; so daß ein Feuchtzieher weder chemisch bindend noch blos adhärirend nie mehr Wasser aus seiner Umgebung oder von seinen Berührern anzuziehen vermag, als sein stöchiometrischer Werth Behufs der Herstellung des chemischen Gleichgewichtes heischt; z. B. würde die Schwefelsäure, gemäß ihres stöchiometrischen Zahlenwerthes (= 5000; s. oben S. 62.) zunächst nur 1,125, und Behufs der relativen Erschöpfung ihres nach Außen wirkenden chemischen Ziehvermögens 3,375 Wasser anziehen ($SO^3 + H3\ O3$; s. oben a. a. O.) dann jedoch in allen Verhältnissen mit dem Wasser mischbar sein, gemäß der weiter unten zu

bedenkenden Herstellung des Gleichgewichts zwischen mischbaren neben einander gelagerten, ungleich dichten und daher ungleich gegendrückenden Flüssigkeiten.

4) Auffallende hieher gehörige Erscheinungen bieten dar a) die Verkohlung des Holzes durch kaltes Vitriolöhl (d. i. concentrirte Schwefelsäure) wobei die Säure keine andere Veränderung erfährt, als daß sie verdünnt, d. i. wasserhaltig wird, während das Holz an Gewicht verliehrt, und in Kohle übergeht, die etwas Essigsäure in die umgebende Flüssigkeit entläßt (die Umwandlung des Holzes und der Stärke in Zucker, durch Erhitzen mit verdünnter Schwefelsäure gehört nicht hieher); b) die Zersetzung des Weingeists durch concentrirte Schwefelsäure in Wasser (welches die Säure bindet) und freiwerdendes ölbildendes Gas (S. 62.), wenn 1 Theil wasserfreier Alkohol (reinster Weingeist) mit 4 Theilen conc. Schwefelsäure gemischt und erhitzt wird [nimmt man mehr Weingeist, so verbindet sich das ölerzeugende Gas mit dem unzersetzt gebliebenen Antheil desselben theils zu Aether oder sog. Schwefeläther, theils zu ätherischem Oel, sog. Weinöl, theils zu Harz, theils zu Kohle, im Verhältniß wie die Gasmenge gegen die verminderte Weingeistmenge wächst] c) die Erzeugung des sog. Oelkampfers, der gewonnen wird, wenn man salzsaures Gas (das als solches heftig Wasser anzieht) in wasserfreies ätherisches Oel z. E. Terpenthinöl steigen läßt; es bildet sich wäßrige Salzsäure, während kohlehaltiges Oel und Essigsäure sich aussondern, und etwas Salzsäure mit Oel zu einer kampferartigen Masse sich verbindet; d) die Entwässerung des Weingeists, des Terpenthinöls u. dgl. durch Destillation über Pottasche (Wasser stark anziehendes basisches kohlensaures Kali), oder über salzsauren Kalk; vergl. m. Einleit. in d. n. Chem. S. 363. ff.

Jene Substanzen, welche das Wasser chemischen Verbindungen zu entziehen vermögen, wirken noch auf trockne (d. h. Haare, Fischbein ꝛc. nicht mehr merkbar feuchtende) Luft, derselben Wasser entziehend; hieraus folgt, daß die Luft auf zweierlei Weise wasserhaltig sein kann; die eine, bei welcher das Wasser auf die gewöhnlichen Hygrometer wirkt, an denen das Wasser haftet, ohne sich mit ihren Substanzen chemisch vereint zu haben (eine Vereinigung die nicht zu Stande kommt aus Mangel an Flüssigsein von Seiten der Hygroskope) die andere, wo das Wasser mit den anziehenden Materien im Verhältniß ihres chemischen Ziehwerths chemisch verbunden wird. Im ersteren Fall wird das Wasser als Dampf mit der Luft — gemäß der Herstellung des Druckgleichgewichts beider Gase (des atmosphärischen und des Wassergases) — durchgängig gemengt sein (oder nach Dalton: sich in dem Luftraum verbreitet haben, als ob die Luft den Raum

nicht erfüllte), im anderen Falle wird es von der Luft aufgelöst, d. h. gemäß seines eigenen stöchiometrischen Werths und des der Luft geeint sein. Eine ähnliche Verschiedenheit des Miteinander- und Ineinanderseins, bieten auch z. B. die Wasserbestandtheile selbst dar, die in der sogenannten Knallluft mit-, im Wasser ineinander oder eins sind. Auch kann der Fall eintreten, daß das dampfige Wasser der Luft bereits in Form von kleinen Dunstsphäroiden (§. 23. Bem. 12.) ausgeschieden ist, ohne daß es schon zu Tropfen sich sammelt, und dann wird es die Durchsichtigkeit der Luft merklich mindern, ohne wirkliche Wolken oder Nebel darzustellen. Was dem Dampfe den Gaszustand auch bei sehr niederen Temperaturen sichert, ist die Adhäsion gegen die Lufttheilchen, und die gewöhnlichen Hygrometer ziehen diesen Dampf an, indem sie eine größere Adhäsion zum Wasser besitzen, als die Luft. Veränderte Luftströhmungen können jene Adhäsion schwächen und kalte Winde werden, indem sie zugleich entwärmend wirken, die Dunstbläschen-Bildung bis zum wirklichen Niederschlage zu fördern vermögen; was hingegen das Miteinander von Wasser und Luft zum Ineinander erhebt, scheint vorzüglich die Luftelektricität zu sein, die zunächst dem Sonnenlichte, auch wohl dem reflectirten Lichte großer Schnee- und Eisflächen, sofern sie in den höheren Regionen erzeugt wird, ihr Dasein verdankt; vergl. §. 27. Bem. 3. Entziehung dieser das Ineinander vermittelnden Elektricität, sei sie durch entgegengesetzte Elektrisirung höherer wasserarmer Luftschichten veranlaßt, oder durch zuströhmende Luft anderer Gegenden, oder auch durch erhabene Theile der Erdoberfläche (Gebirge &c.), oder endlich durch Dunstbläschen und Dampf niederer Regionen, z. B. der niederen Luftschichten des gewässerten Festlandes oder noch mehr des Meeres, großer Flüsse &c., bewirkt, wenn sie allmählig eintritt, den gewöhnlichen Regen, der, bei weit verbreiteter (z. B. durch andaurende ungewöhnliche Luftzuströhmung bewirkter) allmähliger Wärme und Elektricitätsentziehung als Landregen oder Schnee oder als Regen der nassen Jahreszeit (z. B. der heißen Zone), bei plötzlicher Entwärmung, verbunden mit zuvor schon allmählig eingeleiteter Elektricitäts-Entziehung als Gewitterregen, oder Hagel, oder Gewitterschnee zur Erde kommt. A. a. O.

Das mit der Luft chemisch verbundene Wasser läßt sich ihr größtentheils entziehen durch trocknen salzsauren Kalk, trocknes Aetzkali und wird schnell angezeigt, durch das Feuchtwerden und Zerfließen des Chloreisens; s. oben Bem. 1. Die gewöhnliche Luft unserer Wohnungen ist nie vollkommen wasserfrei, und verbrennen wir daher z. B. Phosphor, oder überhaupt ein brennbares in solcher, von einer Glocke eingeschlossenen Luft, so wird entweder (ge-

wöhnlich) das Wasser der Luft mit in jene Verbindung eingehen, welche das Brennbare mit dem Sauerstoffe der Luft, darinn verbrennend darstellt (§. 98. Bem. 1. ff.), oder es wird in dem nach Entziehung des Sauerstoffs gasig verbleibenden zweiten Hauptbestandtheil der Luft, in dem Stickgase (a. a. O.) derselben und mit demselben verbunden zurückbleiben, und so wenig wie dieses das fernere Verbrennen unterhalten. Bei Prüfungen der Luft auf ihren Sauerstoffgehalt (durch Entziehen desselben) und bei dadurch vermittelter Schätzung seiner Menge (mittelst sog. Eudiometer oder Oxygenometer oder Oxymeters, vergl. m. Einleit. in die neuere Chemie S. 135. ff.) muss man auf den Wassergehalt des verbliebenen Stickgases Rücksicht zu nehmen nicht unterlassen.

Einige Physiker (de Luc und Lichtenberg) haben angenommen, daß das gewöhnliche, starr bleibende Hygrometer nicht feuchtende Wasser der Luft, gar nicht mehr Wasser, sondern selbst zu Luft geworden sei, und die Beobachtungen neuerer Chemiker, welche in der Luft stets fast gleiche Sauerstoffmengen fanden, verbunden mit einer andern, (aber zur Zeit noch unbestätigten) Beobachtung, der zufolge das Stikgas aus 56 Sauerstoff und 44 Wasserstoff bestehen soll (Schweigger's Journ. XII. 356) scheinen für diese Ansicht zu sprechen, indeß fehlt ihr eines Theils der entscheidende und stützende Versuch, andern Theils zeugen dagegen die Wasserentziehungen durch Chloreisen ꝛc., welche endlich in der Luft aufhören, während sie in der gewöhnlich für hygroskopisch trocken erachteten Luft sogleich eintreten; vergl. m. Experimentalph. Kap. III.

Dalton (Gilbert's Ann. XV. 121. ff.) schätzt die Menge des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes nach der Größe der in einer gegebenen Luftmenge möglichen Wasserverdunstung, indem diese stets gleich ist der Ausdehnungskraft des Wasserdampfes von der jedesmaligen Temperatur, weniger der Expansivkraft des bereits in der Luft gegenwärtigen Wasserdampfes. Kennt man nun die Größe der Verdunstung in einer völlig trocknen atmosphärischen Luft (deren Darstellung aber mit nicht geringen Schwierigkeiten verknüpft ist) bei einem bestimmten Wärmegrade (bei einer bestimmten Temperatur), einer bestimmten Größe der Verdunstungsfläche und in einer bestimmten Zeit, und vergleicht man damit die beobachtete Verdunstung in der hinsichtlich des Wassergehalts zu bestimmenden Luft, bei derselben Temperatur, der gleichgroßen Verdunstungsfläche und in der ebenso großen Zeit, so kann man aus der Vergleichung beider Verdunstungsgrößen auf die Expansivkraft des in der geprüften Luft vorhandenen Dampfes, und dadurch auf die in der Luft enthaltene Wassermenge selbst schließen. Jede Beobachtung fordert aber einen

neuen Versuch." Vergl. Ermanns Bemerk. in Gilbert's Ann. XV. 389.

Ein feinerer Niederschlag als der Regen ist der Thau; der wahrscheinlich entsteht, wenn durch Erwärmung, in Verbindung mit Elektricitäts-Entziehung, die Dunstbläschen unmittelbar von den Gegenständen der Erdoberfläche angezogen werden; der zu den Dunstbläschen erforderliche Wasserdampf scheint theils der Erde (den Pflanzen etc.), theils aber auch den Luftschichten selbst seine Ausscheidung zu verdanken. Gefrieren des Thau's liefert den Reif, den wir daher nur in kalter Jahreszeit (zu Anfang und zu Ende derselben) wahrnehmen.

5) Die Menge des gefallenen Thau's mißt man mit den (zur Zeit noch sehr mangelhaften) Drosometern, die des Regens mit den Ombrometern oder Hyetometern, wozu jedes offene Gefäß von bekannter Oberfläche dienen kann, das den hineingefallenen Regen durch eine Bodenöffnung in ein zweites, die Wiederverdunstung des gesammelten Regens möglichst verhinderndes, Gefäß laufen läßt. Mehlthau, Honigthau und Mannaregen scheinen vorzüglich den Pflanzen, vielleicht auch thauartig gefällten und durch die Luft oxydirten (mit Sauerstoff verbundenen) öligen und ähnlichen Pflanzenausdünstungen ihre Entstehung zu verdanken. Ueber Blutregen, Sandregen, Froschregen, Metallsalzregen u. s. w. s. m. Exp. Phys. a. a. O. In der Regel sind bei diesen sog. Wunderregen die fremdartigen Beimischungen aus der Luft (wo sie als Staub schwebten) oft aber auch von Baumgipfeln (z. B. der unter dem Namen Schwefelregen bekannte gelbe Blumenstaub hoher Bäume), Felsenhervorragungen und Berggipfeln durch Regenwasser herabgespühlt.

6) Da die Erde stets mehr ausdünstet, als durch kältere (Morgen-) Luft in Form des Thaues oder Reifes niedergeschlagen wird, so wird sowohl die Entstehung plötzlicher Niederschläge großer Wassermassen (s. oben) in Form des Platzregens und der Wolkenbrüche, als auch die allmählig erfolgender und andauernder Landregen möglich. Wenn nämlich die leichten, nicht hygroskopisch ziehbaren und durch bloße Erwärmung nicht fällbaren, unter Mitwirkung des Lichtes bleibend ausdehnsam gewordenen Wasserdämpfe (Wassergas) die hohen Regionen der Atmosphäre erreichend, die Druckgewalt der Luft vermehren und daher das Barometer (s. weiter unten) im hohen Stande erhalten, so werden der höheren Region zufließende (oftmals mit Wasserdunst beladene) Winde (allmählich oder plötzlich) dem Wassergas Elektricität und Wärme entziehen können; und dieses scheint der Fall zu sein, wenn am klaren Himmel (in unseren Gegenden meist unter eintretendem Süd- und Süd-

west-, seltener bei Nordostwind) sich Dunstbläschen zu Wolken ausbilden, die sich vermöge ihrer größeren Gewichtigkeit allmählich oder plötzlich (jenachdem die Dunstbläschen-Massen sich häuften) senken, und während der Senkung dem kleinsten Theile nach wieder verdampfend, den größeren Theil bis zu wirklich dampfleeren Wassermasse entwärmen, die durch Luftwiderstand zertheilt, als Landregen oder Land-Schnee, oder bei kleineren Mengen und wieder eintretender Winddrehung (z. B. Umschlagen des Windes in Nordost-, Ost- und Südostwind) als Strichregen oder Staubregen zur Erde fällt. — Ueber Erman's Versuche über die Luftelektricität, aus denen einige folgern, daß dieselbe bei der Bildung des permanenten Wassergases und bei der Entstehung des Regens ohne wesentlichen Einfluß sey; a. a. O. Die tiefern Luftschichten bis zu einer Höhe von 1096 Toisen, zeigen wenig und meist nur Wolken-Elektricität; daß die Luftelektricität durch Gegenzug anderer Weltkörper (z. B. des Mondes) Eintrag erleiden könne, und daß sonach die Witterungsänderungen ursprünglich durch andere Weltkörper veranlaßt werden (daß z. B. durch Sonnen- und Kometen-Elektricität — ? — trockne, durch Entziehung der Erdelektricität von Seiten des Mondes nasse Witterung eintrete), ist eine neuerlich wieder von Mehreren angenommene Hypothese, der indeß zur Zeit noch durchaus die Beweise abgehen.

7) Wenn sich an der Erdoberfläche Wolken bilden, oder bis zu derselben herabsenken, so nennen wir sie Nebel. Sie gehen öfters den Sommergewittern voran, und verbreiten gemeinhin einen widrigen, bald der unvollkommenen Salpetersäure (d. i. einer mit Sauerstoff übersetzten und verdichteten atmosph. Luft) bald dem nach faulen Eyern riechenden Schwefelwasserstoffgas, bald den stinkenden Gasen faulige Theile enthaltenden (sog. faulen) Sumpfwassers, selten dem Chlorgase (meist entfernt) ähnelnden Geruch, was theils auf ihrer Bildung vorangegangene chemische Veränderungen der Luft, theils auf Auflösungen zuvor der Erde entdunsteter Gase zerstörter Organismen zu deuten scheint. Ein trockner Nebel, oder vielmehr Rauch (adhärirende Verbindung starrer Theilchen mit leichten, dieselben atmosphärenartig umhüllenden Gasen) ist der sog. Höhenrauch, der gewöhnlich einen Geruch entwickelt, der Aehnlichkeit mit jenem hat, welchen man in den Zimmern bemerkt, wo Elektrisirmaschinen in Thätigkeit gesetzt werden. Im Jahr 1783 war ein solcher Höhenrauch über ganz Europa verbreitet, sich meist Mittags am stärksten und Nachts am schwächsten zeigend. In demselben Jahre wurde auch Calabrien von einem sehr großen Erdbeben heimgesucht, und es scheint, als ob beide Phänomene in Entstehungszusammenhang gestanden hätten. Die Nebel vor den Gewittern sind gewöhnlich Höhenrauche.

8) Die durch gebrochenes Licht weiß, grau, oder regenbogenfarbig glänzend erscheinenden Höfe und Ringe um die Sonne, den Mond und um die Sterne erster Größe, und das sog. Wasserziehen der Sonne deuten sämmtlich auf Dunstmassen in der Atmosphäre, in denen das Licht der genannten Weltkörper farblos oder farbig, gebrochen wird; vergl. Brande's in Gilbert's Ann. XI. 414. Eben so die das Sonnenbild reflectirenden Nebensonnen. Ueber den zum Theil auch hieher gehörigen Regenbogen s. Kap. IV.

9) Das Regenwasser und überhaupt das aus der Luft zur Erde kommende Wasser, ist in der Regel sehr rein, selten wehen Seewinde Dunstmassen herbei, die Spuren von salzsauren Salzen enthalten.

10) Genaue Versuche heischen chemisch reines Wasser; denn auch das weichste (d. i. keine erdigen Salze enthaltende) Regen- oder Schnee-Wasser fault zufolge demselben beigemischter, früher aus organischen Leibern entdunsteter, der Fäulniß fähiger Materien. Frisch ausgeglühte und gepulverte Holzkohlen entziehen dem Wasser diese Theile (s. oben S. 37.) und wenn man das rein darzustellende Wasser in hohen metallenen Destillirgefäßen (z. B. in einer reinen Branntweinblase) über etwas von dergleichen Kohlenpulver abzieht (oder abdestillirt; §. 19. Bem. 1. u. m. Einleit. in d. n. Chem. S. 107. Bem. 11. ff.) so erscheint das zuvor in Dampf verwandelte und dann in der Kühlgeräthschaft wieder tropfbar gewordene, in der Vorlage zusammengeflossene Wasser, auch von den minder flüchtigen, meist kalksalzigen Theilen befreiet, welche dem Wasser Nebengeschmack und sog. Härte ertheilen und die in der Destillirblase (als sogenannter Brunnenweinstein oder Brunnensalpeter, oder richtiger meistentheils als kohlensaurer und schwefelsaurer Kalk, dem Spuren von salzsaurem Kalk und schwefelsaurem Natron, auch wohl von färbenden kohligen und eisenoxydigen Theilen beygemengt sind) zurückbleiben. Von der Kohlensäure, die fast jedem — der mit verwesenden Pflanzentheilen geschwängerten Dammerde (oben §. 5. Bem. 2. S. 10) frisch entquellenden Erdwasser beigemischt ist, und demselben den frischen Geschmack und die Fähigkeit Durst zu löschen ertheilt, und die in reichlicherer Menge in den sog. Sauerbrunnen enthalten, und demselben beim Schütteln oder beim Versetzen des Wassers mit darin löslichen Substanzen z. B. Zucker schäumend oder perlend zu entsteigen pflegt (§. 27. Bem. 3) befreit das Wasser schon gelinde Wärme; daher wird es matt oder abgestanden (d. h. entkohlensäuert) wenn es in offenen Gefäßen an warmen Orten steht (gleich dem Schäumbier, dem neuen Wein und dem Champagner-Wein; die in offenen Gefäßen jene Kohlensäure zum größeren Theil verliehren, welche ihnen das Vermögen zu schäumen oder zu perlen und den ihnen eigen-

thümlichen stechenden, prickelnden, oder prißelnden — Geschmack ertheilt).

11) Jedes der freien Luft preisgegebene (oder überhaupt nicht in Luft-entleerten oder künstlich verdünnte Luft enthaltenden Gefäßen eingeschlossene) Tropfbare, erleidet an seiner Oberfläche, von Seiten der demselben auflastenden Luft einen Druck, der auf jeden Quadratzoll Oberfläche im Mittel 15 Pfund beträgt (s. weiter unten), und der dem Vergasen (oder der Vergasung, d. i. der Umwandelung des Tropfbaren in Gas) entgegenwirkt; §. 20. ff. §. 23. Bem. 11. §. 53. Bem. 3 und vorzüglich §. 72. Bem. 5. Dieser Luftdruck ist die Ursache, warum Tropfbare nicht sogleich in Gas übergehen, wenn sie bereits so stark erwärmt worden sind, daß ihre Cohäsion von der Wärme gewältigt ist. Sie vergasen in diesem Falle nur allmählig an der Oberfläche, und stets auf Kosten der Wärme der unteren Schichten; reicht hingegen die von Aussen zugekommene (oder die durch elektrisch-chemische Processe innerlich erzeugte) Wärme hin, nicht nur vollkommen die Cohäsion der denkbaren Tropfentheilchen, sondern auch den Luftdruck zu überwältigen, so erfolgt auch im Innern des Tropfbaren Vergasung, und giebt das Phänomen des Sieden's (Wallen's oder Kochen's). Beide Vergasungsweisen unterscheidet man, indem man die erstere die unmerkliche Verdunstung, die letztere die (merkbare) Verdampfung nennt. — Die Dampfbildung wird übrigens in verschlossenen (Entwärmung durch Verdampfen oder Ausdampfen verhüthenden) Gefäßen um so später eintreten, und die Tropfbaren werden unter diesen Umständen um so heißer werden, bevor sie in Gas übergehen, jemehr die Gefäße erhitzt werden; d. h. jemehr die Ausdehnsamkeit und dadurch der Druck der schon erzeugten oder (z. B. als Luft) schon im Gefäße vorhanden gewesenen Gase gegen das Tropfbare vermehrt wird; §. 25. und §. 52. Bem. 4. oben S. 87. Daher siedet auch z. B. das Wasser nach Maaßgabe des verschiedenen Luftdrucks bei verschiedenen Temperaturen, und gleich jedem Tropfbaren um so eher, (d. h. bei so geringerer Erwärmung) je weniger die Luft darauf lastet und umgekehrt um so später, je mehr der Luftdruck wächst. Bei 28 Zoll Barometerhöhe siedet es bei 100° C (d. h. bei 100° Centesimal-Wärmeskale) oder bei 80° R. (d. h. bei 80° Reaumur'scher Skale) oder bei 212° F (d. h. bei 212° der Fahrenheit'schen Temperaturskale) unter einem größeren Luftdrucke (z. B. in beträchtlichen Erdtiefen) hingegen bei höheren Temperaturgraden, unter geringerem (z. B. auf hohen Bergen) bei niederen Wärmegraden. Auf letzteres gründet sich das neuerlich in Vorschlag gebrachte Verfahren Höhen zu messen, durch Vergleichung der Wärmegrade, bei welchen das

Wasser (unten an der Meeresfläche und oben auf der Höhe) siedet, und ersteres scheint z. B. in jenen Hölen des Hekla der Fall zu sein, wo Wasser zu einer Hitze gebracht wird, die es befähigt Kieselerde aufzulösen und heißer als 100° C den am Fuße des Hekla vorhandenen, unter dem Namen Geyser bekannten trichterförmigen Erdöffnungen, in oft am 200 Schuh hohen Säulen zu entsteigen. Dem glühend heißen Wasser dürften auch die stärksten Gefäßwände nicht widerstehen, sondern würden ohnfehlbar (gleich explodirenden Dampfmaschinen-Kesseln) zersprengt werden.

12) Reines Merkur oder Quecksilber (z. B. von jener Reinheit, welche gute Barometer und Thermometer heischen) erhält man, wenn Schwefelmerkur (Zinnober) mit Eisenfeil in passenden erdenen oder gläsernen Destillirgefäßen (Retorten; Einleit. in d. n. Chem. a. a. O.) bis zur Zersetzung und Verflüchtigung des Merkur erhitzt wird; indem sich Schwefeleisen bildet, entsteigt das chemisch frei gewordene Merkur dampfförmig, in der kaltes Wasser enthaltenden Vorlage zu laufendem Merkur sich wieder verdichtend. — Da sich das Merkur mit den meisten übrigen Metallen unmittelbar verbindet (oder dieselben amalgamirt; §. 74. Bem. 2 und 3); ausgenommen mit dem Eisen (und einigen andern, gleich dem Eisen nur bei hinreichender Elektrisirung mit dem Merkur einbaren Metallen; m. Einleit. S. 96.) so eigenen sich eiserne Gefäße vorzüglich zu Versuchen mit dem Merkur. Der oben (§. 75. Bem. 7.) erwähnte Weingeist und der Aether (auch Schwefeläther oder Schwefelnaphta oder künstliche Naphta genannt) sind, gemäß ihres chemischen Bestandes oder ihrer Zusammensetzung — der Weingeist aus 4 (C H) + 2 (O H), der Aether aus 4 (C H) + 1 (O H) s. oben S. 61—63 — sehr brennbare und leicht entzündliche Flüssigkeiten, und wenn wir die Raumsumfänge und die Temperaturen gleich setzen, so verhalten sich die Eigengewichte (§. 6. Bem. 7 und Bem. 11) der genannten, theils von uns schon zu Versuchen benutzten, theils in der Folge noch häufiger zu ähnlichen Zwecken zu benutzenden vier Tropfbaren, wie folgt: Eigengew. des Wasser's = 1,000 des Merkur's = 13,586 des rectificirten Weingeist's (der etwas mehr Wasser enthält, als obiges stöchiometrisches Zeichen angiebt) = 0,738 des entwässerten Weingeist's oder reinen Alkohol's = 0,792 und des Aether's = 0,745; vergl. oben S. 17—18. — Ueber das Eigenwicht des Wassers von verschiedenen Temperaturen; s. S. 22.

§. 77.

In der Regel wird die Oberfläche eines Tropfbaren nicht

von dem darüber gelagerten Ausdehnsamflüssigen gezogen, wohl aber von der ihr zunächst zur Unterlage dienenden tropfbaren Schicht; da nun sowohl diese als auch alle übrigen unteren Schichten einer so einseitigen Ziehung nicht unterworfen sind, indem sie von oben und unten (die unterste von der ihr überliegenden und vom Gefäßboden) gezogen werden, und beide entgegengesetzte Ziehgewalten einander das Gleichgewicht halten, so erklärt es sich, warum die Theilchen der Oberfläche im höheren Grade (in der Richtung nach unten) zusammengezogen und dadurch minder beweglich sind, als alle übrigen denkbaren Schichten des Tropfbaren. Häufig reicht diese verminderte Verschiebbarkeit der Oberfläche hin, Körperchen zu tragen, deren Eigengewicht jenes der Flüssigkeit beträchtlich übersteigt (z. B. die schwimmenden Stahlnadeln; §. 75. Bem. 5.) und sehr oft führt sie, bei vermehrtem Zuge nach unten (z. B. bei eingedickten Salzlaugen, bei eingekochter Milch ꝛc.) und beschleunigter Absonderung beigemengter flüssigerer Theilchen durch Verdunstung, zur Entstehung des Starren (z. B. bei der Bildung des Salzhäutchens; der sog. Milchhaut ꝛc.); §. 23. Bem. 2. Ueber den Einfluß der Adhäsion des Gefäßes auf die Gestalt und den Zusammenhang der Oberfläche, s. oben §. 74. Bem. 1 und 2).

§. 78.

Jeder gegen ein Tropfbares geübte Druck (§. 53) wirkt nicht nur in seiner eigenen Richtung, sondern pflanzt sich in dem Tropfbaren, wenn dasselbe durch Einschließung am Ausweichen seiner Theile verhindert ist, nach allen Richtungen gleichförmig fort, und es wird die Gewalt desselben, da allen diesen Richtungen entgegen der Widerstand überall so groß als der Druck ist, innerhalb des Tropfbaren um so vielmal vermehrt, als die ursprünglich gedruckte Fläche, in der gesammten Begrenzungsfläche der das Tropfbare einschließenden Gefäßwände enthalten ist.

1) Daß ein Tropfbares, wenn es in Gefäße eingeschlossen ist, den einseitig erlittenen Aussendruck nach allen Richtungen und ohne dabei (merklich) seinen Raumsumfang zu verändern, gleichförmig fort-

pflanze, bezeuget unter andern ein in eine ganz mit Wasser gefüllte, zugebundene Rindsblase liegendes Ey, welches nicht zerbricht, wie sehr man auch die Blase von Aussen her mit Gewichten belastet; es sey denn, daß diese selbst zerreiße. Der von allen Seiten gleich große Druck (oder die stete und allseitige Gleichheit von Druck und Widerstand im Wasser) heben sich einander in Beziehung auf die gegen das Ey zu leistenden Lastungswirkungen auf.

2) Daß jeder Theil der Wand eines Gefäßes, der ebenso groß ist, als die unmittelbar von Aussen her (z. B. durch einen beweglichen Stempel) gedruckte Wasserfläche, einen ebenso großen Druck als diese erleidet, und daß mithin alle Innenwände des Gefäßes zusammengenommen um so viel Mal stärker gedrückt werden, so viel Mal sie jene Oberfläche an Größe übertreffen, beweist das Zersprengen der Eisdecken, von dem unten andrückenden Wasser der zufließenden Quellen, oder das der Wasserleitungsröhren; das Gehobenwerden großer Bergstücke und Wegdrücken von (in einzelnen Durchgangsrichtungen ihres Gefüges zuvor bereits durch Verwitterung erweichten und lose gemachten) Felsstücken und die vom Graf Real erfundene Wasserpresse; d. Gewerbsfreund II. 103. 145.; desgleichen Schenk's u. A. hydraulische Pressen; a. a. O. u. m. Grundr. d. Experimentalphys. Kap. II.

3) In Real's Presse werden starre Theilchen (z. B. gepulverte Pflanzentheile) durch den auf bemerkte Weise innerlich vermehrten Wasserdruck, von dem Wasser nicht zerdrückt (was so wenig wie beim Ey in der Blase möglich ist) sondern nur zur möglichst innigen Berührung gebracht. Mit der Zunahme der Innigkeit dieser Berührung wächst dann ebenmäßig jene chemische (lösende und auflösende) Gewalt, welche das Wasser gegen einzelne, im Pulver enthaltene, lösliche oder auflösliche Bildungstheile überhaupt zu üben vermag, und mithin die Ausziehung (Extraction) dieser mit dem Wasser mischbaren Theile. Der ursprüngliche gegen das Wasser (oder den Weingeist, rc.) und Pulver (beide zuvor innigst gemengt) des beide einschließenden Gefäßes gerichtete Druck, wird durch eine senkrecht darüber stehende und gewöhnlich nur durch ein Metallsieb vom zu Drückenden getrennte Wassersäule hervorgebracht, die zufolge §. 74. (S. 187.) um so wirksamer ausfällt, je höher sie ist, während ihr Querdurchmesser von beliebiger Größe sein kann, jedoch nicht zu klein, damit nicht Adhäsion (§. 75. S. 192.) der Innenwände der die Wassersäule haltenden senkrechten Röhre, auf diese Säule hebend wirke. In einigen Versuchen schien das Wasser von gewissen Substanzen innerhalb der Real'schen Presse mehr aufzulösen, als es, aus dem unteren Bodensiebe des Preßgefäßes abtröpfelnd, bei vermindertem Drucke in der freien Luft chemisch zu binden ver-

mogte; was auf Vermehrung des chemischen Fassungsvermögens (der chemischen Capacität) zu deuten scheint; vergl. P. L. Geiger Beschreib. d. Real'schen Auflösungs-Presse ꝛc. Heidelberg 1817. 8. Wirkt statt der drückenden Wassersäule eine Merkursäule (oder steht diese mit der Wassersäule in drückende Verbindung) oder wird die drückende Säule von obenher durch schwere Stempel, welche das Ausweichen des Wassers nicht gestatten, belastet, so läßt sich die Druckgewalt außerordentlich vermehren. Wird Tropfbares in einem verschloßenen Gefäße erhitzt, und wächst die Ausdehnsamkeit der erzeugten Dämpfe und der mit eingeschlossenen Luft durch Temperaturerhöhung (z. B. im sog. Papinischen Topf, im Dampfkessel, in den Kesseln zum Auskochen der Knochen, in Schäfer's Waschmaschine, ꝛc. Chaptal's Dampfbleiche, ꝛc.; d. Gewerbsfr. I—IV. u. m. Experimentalphys. a. a. O.) so vermehrt diese erhöhete Ausdehnsamkeit den Druck gegen die Oberfläche des Tropfbaren und dadurch gegen die gesammte Masse desselben im oben bemerkten Verhältniß, wodurch denn die Innigkeit der Berührung und damit die chemische Wirksamkeit des Tropfbaren gegen die mit eingeschlossene auflösliche Substanzen wächst. Eine senkrechte mit Wasser gefüllte, oben und unten offene, durch den Deckel des Dampfkessels in das denselben füllende Tropfbare reichende, hohe (enge) Röhre, wirkt gleichzeitig Druck vermehrend und als Sicherheitsröhre (und um so mehr, wenn man die obere Mündung derselben in den längeren Schenkel eines Hebers verwandelt; m. Experimentalphys. Kap. II.).

4) Aber nicht nur in Folge der mehr innigen Berührung (die als solche zunächst Wegschiebung der den Pulvertheilchen anhangenden Luft, dadurch Vermehrung der Adhäsion des Tropfbaren an das Starre und damit beschleunigte und erleichterte chemische Einwirkung bewirkt) sondern auch der Verminderung der Cohärenz (durch die Gewalt des vergrößerten Drucks und der dadurch in den starren Theilchen veranlaßten Bewegung) dürfte die vermehrte chemische Wirksamkeit des gegen druckenden Tropfbaren hervorgehen. Uebrigens ist Real's Presse auch als Filtrirapparat, Oelpresse ꝛc. brauchbar.

§. 79.

Füllen wir eine mit einem ebenen Boden versehene Flasche soweit mit Wasser, daß dasselbe bis an die zu dem sog. Halse führende obere Wölbung reicht, so wird das in einerlei horizontaler Fläche (im Niveau) stehende Wasser, gegen den Boden überall gleich schwer drucken. Fahren wir nun mit dem Nachfüllen so lange fort, bis der ganze Flaschenhals gefüllt ist, so wird die

von den Halswänden umfaßte, auf der vorigen obersten horizontalen Fläche ruhende Wassersäule, gemäß ihres Gewichtes, auf ihre Unterlage drucken, und wie in §. 77. eine Drucksvermehrung des unterliegenden Wassers, gegen die Seiten- und Bodenwände ausüben, welche sich verhält, wie die Grundfläche der Halssäule zur Oberfläche jener Wände.

1) Mithin werden wir die Größe des gegen den Flaschenboden gerichteten Gesammtsdrucks finden, wenn wir die Größe des Raumes berechnen, der über dem Boden von senkrecht stehenden Wänden umschlossen sein könnte, wenn diese Wände bis zur Höhe der Halsmündung (d. i. bis zu derjenigen horizontalen Ebene, in welcher die Oberfläche des Wassers liegt) reichten, und als mit Wasser erfüllt gedacht würden; wenn man diese Raumsgröße in Kubikzollen (Kubikfußen rc.) ausdrückt und mit dem Gewichte eines Kubikzolles Wasser von der gegebenen Temperatur multipliciret (vergl. oben S. 19 und S. 22) so giebt das Product, die gesuchte Größe des Gesammtdrucks in Gewichten ausgedrückt.

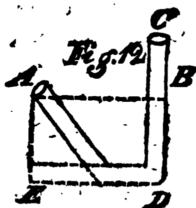
2) Hiernach ist klar, daß im obigen Falle der Boden der bis oben hinauf gefüllten Flasche einen größeren Druck erleidet, als das Gewicht des ganzen, ihn bedeckenden Wasser's beträgt.

§. 80.

Denken wir uns die obere Wölbung der Flasche hinweg, und statt derselben die Seitenwände der Flasche bis zur Halsmündungshöhe senkrecht erhöht, so daß der Hals nun eine freie Röhre bildet, derer unterer Rand auf das bis zur ehemaligen Wölbung reichende Wasser ruht, so wird das untere, vom Halswasser gedruckte Wasser mit einer dem Drucke proportionalen Kraft nach oben ausweichen, und wir werden daher, wenn wir den Hals gefüllt erhalten wollen, in denselben solange Wasser nachgießen müssen, bis das nach oben ausgewichene Wasser die Höhe der Halsmündung erreicht d. i. bis die senkrechte Druckhöhe einer Wassersäule von gleichgroßer Grundfläche der Halssäule (und damit aller übrigen jener zur Seite stehenden Wassersäulen), der Druckhöhe der Halssäule vollkommen gleichkommt.

1) Denken wir uns statt der Flasche zusammenhangende Röhren, so wird ein Tropfbares von gleicher Dichte nicht in die eine der Röhren gegossen werden können, ohne in die andere zu gleicher Höhe

zu steigen, sind die Dichten der Tropfbaren hingegen ungleich, so würden sich, wenn die Adhäsionen der verschiedenen Flüssigkeiten zu den Innenwänden keinen Unterschied machten, die senkrechten Höhen beider Flüssigkeiten verhalten, wie ihre Eigengewichte; s. S. 18. Zur Erläuterung hieher gehöriger Erscheinungen diene Fig. 12.



Gesetzt, es sey der untere horizontal (in der Richtung DE) laufende Theil der Röhre mit Merkur gefüllt, so daß es in jedem der Schenkel BD und A noch ungefähr 4 Linien hoch steht, und es werde nun in den Schenkel BD Wasser gegossen, so wird letzterer gefüllt werden können, ohne daß sich die Röhre füllt; und es wird vielmehr das Merkur, da es fast 14mal dichter ist als das Wasser, in der eben genannten Röhre nur eine Höhe erreichen, welche fast 14mal geringer ist, als die des Wassers. (Die ungleichen Adhäsionen verschiedener Flüssigkeiten an Glas, machen dieses Druckverhalten ungleich dichter Flüssigkeiten unanwendbar zur genauen Messung ihres Dichtigkeitsverhältnißes.)

3) Wäre hingegen in beiden Röhren nur Wasser und würde man die Füllung der Röhre CD durch ununterbrochenes Nachgießen bewirken, so würde während dessen das Wasser zur Röhre A herausspringen mit einer Gewalt, welche proportional ist dem Unterschied der Druckhöhen CD und BD (= AE) weniger der Größe des Widerstandes der über A lastenden Luft, und weniger der Adhäsion des Gefäßrandes der Mündung A. Hieher gehört die Einrichtung der laufenden Brunnen und der natürlichen Springbrunnen. Der Wasserstrahl dieser Brunnen erreicht ausser den angegebenen Ursachen auch schon darum nicht die Fallhöhe des Wassers des längeren Schenkels, weil er nicht zusammengehalten und mithin nicht gegen das Auseinanderfallen gesichert ist, das um so ehr eintritt, da das Wasser mit abnehmender Geschwindigkeit steigt, und mithin das niedere vom höheren, bereits langsamer steigenden, gedrückt wird. Betrachtet man den herausspringenden Wasserstrahl genauer, so findet man, daß er keinesweges cylindrisch, sondern durch von allen Seiten gegen die Oeffnung statthabenden Wasserandrang, ohnfern der Oeffnung kegelförmig verengt und dann wieder in ähnlicher Form erweitert ist. Die stärkste Zusammenziehung findet ohngefähr

in einer Entfernung von der Gefäßmündung statt, welche dem Durchmesser der Oeffnung entspricht, während ihr senkrechter Querschnitt nur 0,62 der Oeffnung beträgt. Je mehr die Oeffnung größer ist, als dieser Querschnitt, um so kleiner ist auch die Geschwindigkeit des Strahls in der Oeffnung. (Schiefe Richtung des Strahls und eine durchlöcherte dünne Platte, durch welche der Strahl hervorschießt, geben die größte Steigkraft.)

3) Hört man damit auf, in den längern Schenkel C D Wasser nachzugießen, so wird die Zeit, die während des Ausfließens der Wassermenge C B aus der Mündung A verstreicht, noch einmal so groß sein, als jene Zeit, welche zum Ausfließen derselben Wassermenge erfordert worden wäre, wenn man in C ununterbrochen Wasser nachgegossen, und dadurch dessen Höhe bis C während des Abfließens erhalten hätte. Venturi und Busse haben den Einfluß der Gestalt der Mündung A genauer untersucht, und gefunden, daß conischauseinander gerichtete (divergirende) Röhren-Mündungen, die Aussteig-Geschwindigkeit des Wasserstrals am meisten erhöhen; Gilbert's Ann. II. 418. IV. 116. u. m. Experimentalphys. a. a. O. Scheinbar sehr dicke Stralen erhält man (bei Fontainen) durch Verbindung mehrerer Springröhren. Den stärksten und höchsten Stral gewährt unter den natürlichen Springbrunnen Deutschlands die Fontaine auf Wilhelmshöhe bei Kassel.

4) Denken wir uns die Mündung A (Fig. 12) durch einen Deckel geschlossen, so wird dieser von unten herauf einen Druck zu erleiden haben, welcher dem senkrechten Abstande der Wasserspiegel (Niveaus) beider Röhren und der Größe des Querschnitts der Mündung bei A entspricht; siehe §. 78. Hieher gehört Wolfs anatomischer Heber, Gravesand's hydrostatischer Blasebalg, Bramah's und Schenk's hydraulische Pressen (d. Gewerbsfr. II. 146. ff.) die Einrichtung der von einer Höhe zur andern durch Tiefen gehenden Wasserleitungen, die Beförderung der Soole zu Gradierwerken 2c.

5) Auf ähnliche Weise, wie sich in communicirenden Röhren das Wasser in gleichen senkrechten Höhen erhält, so auch jenes welches in Flüssen zunächst dem Flußbette getragen wird, und mit dem durch das Bett hinzuquellenden Seitenwasser der Erde sich im Gleichgewichte hält, und welches man zum Unterschiede des oben frei ströhmenden Wassers, das Grundwasser nennt.

6) Aber auch in jedem ruhig stehenden Wasser, übt jede einzelne denkbare Wassersäule nicht nur einen senkrecht nach unten gehenden, mit der Tiefe zunehmenden und ringsumher seitwärts gehenden (§. 80.) sondern auch einen aufwärts gerichteten Druck, wie dieses ein hohler Cylinder beweist, in dessen Boden sich ein nach oben öffnungs-

fähiges Ventil befindet, welches sich in dieser Richtung öffnet, wenn der Cylinder bis zu einer entsprechenden Tiefe senkrecht in die tropfbare Flüssigkeit hinabgedrückt wird. (Auf diese Weise schöpfe ich dichtere ohnfern des Bodens eines Gefäßes liegende Flüssigkeiten aus dem Gefäße, ohne die obliegende leichtere Flüssigkeit hinwegzunehmen.) Hieher gehört die Einrichtung der sog. Soolen-Löffel, mit denen man aus tiefen Bohrlöchern die unter dem (aus höheren Erdschichten hinzugeflossenen) süßen und leichteren Wasser liegende dichtere Soole aufschöpft. Bindet man eine mit gefärbter Flüssigkeit gefüllte Kalbsblase an das untere, gleich dem oberen offene Ende einer Glasröhre, und taucht sie dann senkrecht in ein Gefäß mit Wasser, so drückt das Wasser die Flüssigkeit der Blase in die Glasröhre hinauf. Leere (d. h. nur Luft enthaltende) zugepfropfte Flaschen mittelst angebundenen schweren Steinen tief ins Meer hinabgesenkt, werden durch das von unten herauf und von den Seiten her wirkende Wasser zerdrückt; Segner's hydraulische Maschine treibt der (zufolge der Einrichtung) nur nach einer Seite hin wirkende Wasserdruck in die Runde herum; ꝛc.

7) Aus §. 78. in Verbindung mit §. 79. Bem. 1. folgt ferner, daß bei jedem Gefäße, das oben weiter ist als unten, der „Druck gegen den Boden" kleiner ist: als das Gewicht des gesammten, das Gefäß füllenden Wassers. Schwüriger als die Bestimmung des senkrechten Herabdrucks des Wassers, ist die des (mit zunehmender Tiefe wachsenden) Seitendrucks; §. 78. B. 1. und m. Experimentalphys. a. a. O. In einem hohlen mit Wasser gefüllten Würfel erleidet jede Seitenwand einen halbso großen Druck als der Boden, und alle vier Seitenwände zusammengenommen, einen nochmal so großen Druck als das Gewicht des gesammten, in dem Würfel enthaltenen Wassers. Bei einem halbkugelförmigen, mit Wasser gefüllten Gefäße, hat der Druck gegen die Gesammtwände gleiche Größe mit einem Wasserdrucke, der gegen eine horizontale Fläche von der Größe der Oberfläche des Wassers jenes Gefäßes, mit einer Druckhöhe gerichtet ist, welche dem Halbmesser der Kugel gleichkommt. Ist die Wasserdruck erleidende Gegenwand ein senkrecht stehendes Rechteck, so erleidet dieselbe, wenn die senkrechte Höhe des Wassers noch einmal sogroß ist, als sie vorher war, einen Druck, der sich verhält wie das Quadrat der neuen Druckhöhe zur vorigen Druckhöhe. Die Hydrotechnik berücksichtigt diese im doppelten Verhältniß der Druckhöhe statthabende Zunahme des Wasserdrucks gegen das senkrecht stehende Rechteck vorzüglich bei Anlegung der Dämme, der Schleusen. — Uebrigens fließt das Quell-, Bach- und Strohmwasser mannichfacher Hindernisse wegen gewöhnlich nur mit einer Geschwindigkeit, welche der Neigung

des Bettes von einer nicht beträchtlichen Länge entspricht; es nimmt aber diese Geschwindigkeit zu, jemehr das Bette geebnet, je gleichförmiger die Breite des Wassers ist, je geradliniger die Ufer und je weniger Felsen und ähnliche Hindernisse vorhanden sind; ferner je gleichförmiger die Tiefe wächst und je höher der Wasserstand ist.

§. 81.

Die Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser zu der Seitenöffnung eines damit gefüllten Gefäßes (einen Wasserstral bildend, der eine halbe Parabel beschreibt) herausströhmt, verhält sich mathematischen Untersuchungen gemäß, wie die Quadratwurzel der Wasserdruckhöhe über der Oeffnung; und die absolute Geschwindigkeit des herausschießenden Wasserstrals würde, wenn nur die Schwere auf das Wasser wirkte, gleichsein der Fallgeschwindigkeit eines vom Wasserspiegel des Gefäßes bis zur Höhe der Ausströhmungs-Oeffnung senkrecht und ungehindert gefallenen Körpers. Sind hiebei in zwey Gefäßen zwey hinsichtlich ihrer Dichtigkeit von einander abweichende Flüssigkeiten gleichem Drucke unterworfen, (enthält z. B. das eine Gefäß eine Merkursäule von 1 Fuß Höhe, während im anderen eine 14 Fuß hohe Wassersäule enthalten ist) so verhalten sich ihre Geschwindigkeiten umgekehrt, wie die Quadratwurzeln ihrer Dichtigkeiten (oder wie die Wurzeln der Höhen).

1) Beschreibt man von der Höhe des Wasserspiegels bis zur Tiefe der letzten, den Boden des Gefäßes berührenden Wasserschicht, um den parabolisch gekrümmt hervorschießenden Wasserstral einen Halbkreis, während man in der Richtung der Seitenöffnung bis zu einem, senkrecht gegenüber stehenden Punkte eine horizontale Linie zieht, so ist die Entfernung, in welcher der Stral die zum Boden des Gefäßes gehörende horizontale Ebene ausserhalb des Gefäßes trifft, noch einmal so groß, als jene Entfernung der Oeffnung bis zu dem von der horizontalgezogenen Linie berührten Punkt des Halbkreises, vgl. damit §. 63. Bem. 3. S. 117.

2) Tropfbares was zur Seitenöffnung gemäß des senkrechten Drucks der übersichenden tropfbaren Schichten herausfließt, übt in entgegengesetzter Richtung einen Druck aus, der als Rückwirkung des Tropfbaren bei einem zugehörigen an einem Faden senkrecht schwebenden Gefäße hinweicht, es, während des Ausfließens in die

der Ausfließrichtung entgegengesetzte zu bewegen, wie dieses z. B. bei Segner's Maschine (oben §. 80. Bem. ℌ.) und bei Barker's Wassermühle ohne Rad und Trilling der Fall ist; m. Experimentalphys. a. a. O. — Etwas ähnliches erfolgt auch bei ausdehnsamen Flüssigkeiten z. B. beim Steigen der Raketen, bei der Drehung des Feuerrades, rc. und bei ausströhmender Elektricität z. B. beim sog. elektrischen Flugrade; vergl. auch §. 52. Bem. 1. u. 2.

§. 82.

Abwärtsfließendes Wasser übt auch einen Stoß aus, wenn sich ihm ein fester Körper entgegensetzt. Kann es dabei frei abfließen, so wirken nur diejenigen seiner Theilchen (gemäß ihrer Masse und Geschwindigkeit) bewegend, welche in jedem Zeittheilchen mit der Oberfläche des Körpers zur Berührung gelangen; und wenn hiebei die Stoßrichtung senkrecht gegen die ebene Oberfläche des Körpers geht, so nimmt die Stoß-Bewegung nicht nur mit der Größe des Querschnitts des aufstoßenden Strohms und im Verhältniß des Quadrats der Ströhmungsgeschwindigkeit zu, sondern ist, Vince's Versuchen gemäß noch beträchtlich größer, als sie vorstehenden Verhältnissen nach sein sollte; Gilbert's Ann. IV. 34. ff.

1) Geht der Stoß der Flüssigkeit gegen eine schiefe, mit ihrer Basis das Flußbette berührende ebene Fläche, so wird seine Wirkung beträchtlich geschwächt (weshalb man z. B. denen in das Meer hinausführenden Hafendämmen, möglichst die Gestalt schiefer Ebenen giebt) und ist der Winkel bekannt, den der stoßende Strohm mit der Aufstoßungs-Ebene macht, so läßt sich auch die Bewegungsminderung finden, da diese sich verhält wie das Quadrat des Sinus jenes Winkels.
2) Gewöhnlich ohne diese Bestimmung vorzunehmen, macht man von der bemerkten Stoßverminderung Gebrauch beim Gebrauch der fliegenden Brücken und Fähren, der Schiffs-Steuerruder und der Schiffsegel, desgleichen beim Stellen der Schleusenthüren; §. 50. Bem. 4. und §. 48.
4) Ueber die Theorie der Wellen, vergl. Gerstner in Gilbert's Ann. XXXII. 412 u. XXXIV. 343. ff.

§. 83.

Kann hingegen das gegenstoßende Wasser weder vorn noch nach den Seiten zu abfließen, so wird es nicht nur mit

seinen Berührungstheilchen, sondern seiner ganzen Masse nach bewegend wirken. Hieher gehört die Wirkung des hydraulischen Widder's oder Stoßhebers.

1) In Montgolfier's Stoßheber (Belier hydraulique) stößt das in einer langen Röhre sitzende Wasser, welches aus einer ohnfern des Endes der Röhre vorhandenen Oeffnung ausfloß, wenn diese Oeffnung schnell durch eine Klappe verschlossen wird, gegen letztere mit dem Nachdruck des respectiven Gewichts (s. S. 18.) seiner ganzen Masse, und treibt darüber stehendes Wasser zu größeren Höhen, als es in Folge der bloßen Wasserfall- oder Druckhöhe des gegenstoßenden Wassers geschehen könnte.

2) Schwürig wird die Berechnung der Wirkung des Stoßhebers, wenn man annimmt, daß das Wasser an der Ausflußmündung der Steigröhre ununterbrochen auslaufe, und daher das Gefäß, aus welchem sich die Steigröhre erhebt, auch mit einem Windkessel versehen sein soll; vergl. Wrede's Grundriß einer Theorie des Stoßhebers nach Maaßgabe der höheren Mechanik. Berlin 1815. 4. m. 1. Kupft.

3) Macht man ein zu hebendes Wasser specifisch leichter z. B. durch innige Beimengung von atmosphärischer Luft, so kann es überhaupt im Verhältniß des verminderten Eigengewichts höher gedruckt und (mit Pumpen) höher gehoben werden; Einrichtungen der Art gewähren unter andern die Pumpe von Sevilla und Mannoury's Hydräolus; Gilbert's Ann. XLIII. 157.

4) Wird der Schenkel C D (Fig. 12.) stark erwärmt, während das ununterbrochen bei D einstürzende Wasser möglichst kalt erhalten bleibt, so wird letzteres in C D einer Wassersäule das Gleichgewicht halten, deren senkrechte Höhe ihre eigene um ein merkliches übertrifft; s. S. 22.

§. 84.

Gießt man in ein unten und oben weites, in der Mitte verengtes, zuvor mäßig erwärmtes Glas zuerst bis zur unteren Grenze der Verengung Alkohol, und darüber allmählig gefärbtes Wasser, so daß letzteres bis an die Mündung des Glases reicht, so sieht man den Alkohol in einzelnen, farbenlosen, verschiedentlich gebogenen Stralen in den oberen Theil des Glases hinaufsteigen, während das gefärbte Wasser gleichzeitig nach und nach in ähnlichen Streifen in den unteren Theil des Gefäßes herabsinkt.

1) Hieher gehört die scheinbare Umwandlung des Weins in Wasser

oder der sog. Passevin. Offenbar wird der leichtere Weingeist vermöge seines zu geringen Widerstandes durch das gewichtigere (dichtere) Wasser hinaufgeschoben, während dieses hinabsinkt. Da nun aber der Weingeist eine mit dem Wasser leicht mischbare Flüßigkeit ist, so folgt, daß im obigen Falle (besonders anfänglich) die mechanische Bewegungsgewalt beider Flüßigkeiten größer ist als ihre gegenseitige chemische Ziehbestimmung, oder daß die chemische Anziehung von der mechanisch bedingten Bewegung übereilt werden kann; S. 70. Bem. 2.

2) Hat man im obigen Versuch das Glas (oder vielmehr den engeren Theil desselben) nicht durch vorangehendes Erwärmen von anhaftender Luft befreiet, und ist der mittlere Theil sehr eng, so bleibt die dichtere Flüßigkeit über die minder dichte schweben, vermöge der Adhäsion (§. 75. S. 192–193), und diese ist in solchem Falle größer als die Gewalt des ungleichen Drucks beider Flüßigkeiten. Dasselbe zeigen schlechte Thermometer und Barometer an den zwischen dem Quecksilber senkrecht stehenden Luftsäulchen.

3) Auf ähnliche Art wirkt die Adhäsion auch Bewegung verlangsamend, bei dem engen Mündungen entsteigendem Wasserstrale, der, wenn er auch etwas schief und dadurch höher aufsteigt, doch nur dann am wenigsten aufgehalten wird, wenn die Mündung eine dünne durchlöcherte Platte bildet, deren Oeffnungsrand möglichst zugeschärft ist. Daß übrigens dieselbe Adhäsion anders geleitet Beschleunigung der Entstralung des Wassers bewirken kann, wenn man nämlich der Röhrenmündung die untere Gestalt des Strals giebt, d. h. sie anfänglich conisch verengt und dann allmählig wieder ebenso erweitert erscheint, folgt schon aus S. 209. B. 3.

4) Sind zwey einander ähnelnde Flüßigkeiten nicht sowohl chemisch miteinander verbunden, (d. h. eint sie nicht chemischer Gegenzug) als vielmehr nur in Folge mechanischer Bewegung (und Adhäsion) zum scheinbaren Gleichgewichte des Drucks gebracht worden, so trennen sie sich wieder in der Ruhe von einander, indem die dichteste (schwerste) Flüßigkeit den untersten und die leichteste den obersten Stand einnimmt; hieher gehört z. B. die sog. Elementarwelt (lauf. Merkur, flüßiges kohlensaures Kali, Bergöl und Weingeist), die Sonderung lange ruhig stehender Salzlaugen in untere schwerere und obere leichtere, das Zubodensinken des geflossenen mehr Bleihaltigen Glases, während das weniger Bleihaltige den oberen Theil des Glashafens einnimmt, das Sinken des geschmolzenen Metalles, während sich die gleichfalls flüssige Schlacke darüber absondert, ꝛc.

5) Wenn hingegen die Adhäsion sehr zunimmt, so kann sie nicht nur Zersetzungen der im scheinbaren Druckgleichgewicht stehenden

einander ähnelnden Flüssigkeiten, sondern selbst Aufhebungen solcher Verbindungen bewirken, die als vollkommen chemische betrachtet werden müssen; z. B. Reinigung des Wassers von aufgelösten Salzen mittelst Durchseihung durch Sand, Kohle rc.; d. Gewerbsfr. II. S. 34—35.

§. 85.

Dem Vorhergehenden zufolge halten die Druckgewalten aller denkbaren Theile des ruhig stehenden Wassers einander nach allen Seiten hin das Gleichgewicht, und jede beliebig begrenzt gedachte Masse im Innern des Wassers wird von der ihr nächst unteren, gleiche Horizontalflächen-Größe bietenden Wasserschicht getragen, durch einen senkrecht aufwärts gerichteten Druck, dessen Größe gleich ist, der Summe des Gewichts der getragenen Wassermasse und des senkrechten Drucks, den dieselbe von oben her, durch die überliegenden Wasserschichten erleidet.

§. 86.

Denken wir uns an die Stelle der inneren Wassermasse eine andere beliebig gestaltete, zusammenhangende Materie (z. B. einen festen Körper) so wird nur dann Ruhe im Innern und mithin in allen Theilen des Wassers möglich bleiben, wenn jene (die Wassermasse vertretende) Materie genau soviel wiegt, als die Wassermasse für sich gewogen haben würde, und es wird in diesem Falle die ganze Fallgewalt der Materie, also ihr ganzes Gewicht, aufgehoben werden, durch den senkrecht aufwärts gehenden Druck der ihr nächst unteren Wasserschicht; sie wird mithin um soviel leichter werden, als ihr ganzes Gewicht betragen hatte.

§. 87.

Wiegt hingegen jene Materie weniger oder mehr als die gleichgroße Wassermasse gewogen haben würde, so wird sie im ersteren Falle in die Höhe gedrückt werden, im „letzteren" sich „tiefer senken", und zwar um so langsamer, je weniger ihr Gewicht von dem der gleichgroßen Wassermasse abweicht, je mehr (gleich dick gedachte) Wasserschichten sie steigend oder fallend aus dem Wege zu schieben hat, je mehr ihre Ober-

fläche dem umgebenden Wasser adhärirt und je grösser die Cohäsion des Wassers (z. B. des kalten im Gegensatze des warmen Wassers) ist; vergl. §. 21. §. 50. Bem. 8. und §. 52. Bem. 4.

§. 88.

Wiegt die Materie weniger als die gleichgroße Wassermasse, so wird sie entweder über die Oberfläche des Wassers soweit hinaufsteigen, bis das Gewicht ihres hervorragenden Theils (der vom Wasser nicht mehr umgeben ist und daher auch von dem Gegendruck desselben keine unmittelbare Aufhebung seines Gewichts erleiden kann, und mithin zu betrachten ist als ein Auflegegewicht, das auf den noch vom Wasser umflossenen, eintauchenden oder auch nur von adhärirendem Wasser umgebenen anderen Theil der Materie lastet) dem gegen den eintauchenden Theil aufwärts gerichteten Wasserdrucke gleich ist, oder sie wird ganz über die Oberfläche des Wassers hinaufgeschoben werden, und mit keinem Theil in dieselbe eintauchen.

1) Auf Wasser schwimmendes Holz taucht z. B. um so tiefer ein, je mehr es von Oben her belastet ist (sey es durch das Gewicht seines in beträchtlicher Höhe hervorragenden Theils, oder durch andere, demselben aufgelegte schwere Massen) taucht hingegen gar nicht ein, wenn es in Form dünner Schichten auf Quecksilber schwimmt.

2) Materien, welche an sich leichter sind, als eben sogroße Wassermassen, schwimmen während sie ruhen (oder von selber), d. h. bedürfen nicht der Gegenbewegung, um (wie dieses beim künstlichen Schwimmen der Fall ist) vom Wasser getragen zu werden. Es können aber auch Materien zum ruhigen Schwimmen gebracht werden, welche schwerer sind, als gleichgroße Wassermassen, wenn sie mit einer hinreichenden Menge von ruhig schwimmender Materie (oder überhaupt mit einer Materie, die leichter ist als Wasser z. B. mit Luft) so verbunden werden, daß keine ohne die andere sich bewegen kann. Hieher gehört das Schwimmen schwer belasteter, aber ausserdem mit dem Raumsumfange ihres eintauchenden Theils noch viel Luft umschließender Schiffe, ꝛc. die sinken, wenn sie entweder überlastet wurden, oder wenn (z. B. durch einen Leck) eindringendes Wasser die vom Schiffsrumpf umschlossene fast 800 Mal leichtere Luft vertreibt, und deren Stelle einnimmt; ferner das Nichtversinken der mit Kork gefütterten und von Aussen belegten Ret-

tungsboote; das Schwimmen leerer (Luft haltender) zugepfropfter Flaschen, der Schiffbrücken (welche entweder von großen hölzernen Nachen, oder von ebenfalls viel Luft umschließenden kupfernen Kähnen — sog. Pontons — oder von leeren Tonnen getragen werden) der mit Schwimmgürteln (mit Kork versehene Binden) oder mit Binsen, oder mit aufgeblasenen und zugebundenen Rindsblasen verbundenen Menschen 2c.

3) Sämmtliche organische Leiber sind specifisch schwerer (§. 6. Bem. 7. S. 18.) als das Wasser, und schwimmen nur auf demselben, sofern sie Luft enthalten, die vermöge der Adhäsion von ihnen so stark angezogen wird, daß selbst der Druck des umgebenden Wassers für sich diese Anhaftung nicht aufzuheben und die Luft wegzuschieben vermag. Erhitzt man hingegen dergleichen Körper z. B. Holz, nachdem man sie (z. B. durch angehängte Bleistücke) zum Untersinken gezwungen hat, bis zum starken Sieden des sie umfließenden Wassers, oder bringt man unter Wasser gehaltenes Holz 2c. solange unter den auszupumpenden Recipienten einer Luftpumpe (s. weiter unten) bis, durch Vermindern des von oben her wirkenden Luftdrucks im Recipienten (mittelst des Auspumpens der Luft) keine oder doch nur sehr wenige Luftbläschen aus dem Holze innerhalb des Wassers aufsteigen, und läßt darauf wieder den gewöhnlichen Luftdruck gegen das Wasser wirken, so dringt letzteres in die sonst lufterfüllten Zwischenräume des Holzes und dieses schwimmt nun nicht mehr, nachdem es von dem Senkblei befreiet worden, auf dem Wasser, sondern sinkt darinn zu Boden. Dasselbe gilt auch von dem mit seinem Luftgehalte auf dem Wasser schwimmenden Bimssteine. Hingegen sind verschiedene einzelne Bildungstheile (S. 67.) besonders der Pflanzen (z. B. verschiedene Oele 2c.) an sich leichter als das Wasser und schwimmen daher auch im entlufteten Zustande.

4) Die große Menge besonders in der Brusthöhle eingeschlossener Luft, macht, daß Menschen und Thiere an sich leichter werden als das Wasser, wenn sie den Athem an sich und, mit Ausnahme des Kopfes, alle übrigen Theile unter Wasser halten, mithin z. B. beim Hineinfallen ins Wasser die Arme nicht in die Höhe strecken, sondern den Kopf zurückbiegen, um die Brust zu erweitern und leise athmen zu können. Ertheilt man dann zugleich den ausgestreckten Armen eine horizontale Lage, mit den flachen Händen das Wasser hinabdrückend, und dieselben, Behufs zu erneuenden Hinabdrückens, wieder senkrecht heraufziehend, und zieht man die Füße allmählig an, um sie dann plötzlich so hinabzustoßen, als ob man eine Treppe betreten wollte, so vermag man den Kopf so weit über Was-

ser zu halten, daß man frei athmen kann. Gilbert's Ann. XXXIV. 29.

5) Die meisten Fische, insbesondere die des süßen Wassers, haben eine Schwimmblase (d. i. ein Luftbehälter, der mittelst eines eigenen Kanals gewöhnlich mit dem Schlunde, seltener mit dem Magen in Verbindung steht) mit deren Füllung sie das Aufsteigen bewirken, während ihnen die Luft-Entleerung dieser Blase die Möglichkeit gestattet willkührlich tief zu sinken. Fische mit Schwimmblasen pflegt man auch Korkfische, jene, denen sie mangelt und welche daher nur mittelst ihrer Muskelbewegungen künstlich zu schwimmen vermögen (z. B. der Hay) hingegen Bleifische zu nennen. Ueber den Mechanismus des Schwimmens (so wie auch über den des Flugs der Vögel ꝛc.) vergl. A. W. Zachariä: Elemente der Luftschwimmkunst. Wittenberg 1807. 8. S. 34 u. f. 89. ff. (Hieher gehört auch das sog. cartesianische Teufelchen.)

6) Die Leichname ertrunkener Menschen und Thiere kommen, nachdem sie einige Zeit im Wasser gelegen haben, auf dessen Oberfläche, weil durch beginnende Verwesung und Fäulniß in ihrem Innern viel Luft erzeugt worden ist, ohne entweichen zu können.

7) Enthält das Wasser Materien aufgelöst die an sich schwerer sind, als es selbst ist, so ist auch sein Eigengewicht größer als das des reinen Wassers, und mithin wird es in solchem Falle auch Körper leichter tragen können, als im ungemischten Zustande. Daher trägt Seewasser (durch seinen Salzgehalt) besser, als süßes Wasser, und starke Soole oder starke Lauge besser als Wasser (letztere z. B. ein Ey).

8) Verbindet man einen an sich leichteren Körper mit einem specifisch schwereren, so kann man den ersteren durch den letzteren zum Sinken bringen; z. B. das mit Bley verbundene Holz (Bem. 3.), der innerhalb einer Glasglocke stehende Taucher, den ein an einem Strik befestigter Stein zum Meeresgrunde hinabzieht, ꝛc.

9) Ist ein dergleichen schwerer Körper an der Unterfläche des leichteren angebracht, und reicht er zwar nicht hin, um den letzteren untertauchen zu machen, jedoch ihn tiefer zu senken, als derselbe für sich eintauchen würde, so kann der erstere dazu dienen, das Umschlagen des letzteren zu verhüten. Denn für jeden eintauchenden Körper giebt es einen Mittelpunkt der Tragkraft nemlich den Schwerpunkt der durch das Eintauchen aus dem Raume vertriebenen Wassermasse, von dessen Lage gegen den Schwerpunkt des getragenen Körpers es abhängt, ob dieser sich drehen oder in seiner Lage beharren wird. Letzteres ist nur möglich, a) wenn beide Punkte zusammenfallen (z. B. bei der auf Wasser schwimmenden aus gleichartiger Masse bestehenden Ku-

gel) b) wenn der Schwerpunkt des schwimmenden Körpers senkrecht über den Mittelpunkt der Tragkraft liegt (z. B. bei der mit der ebenen Seite aufwärts gekehrten, schwimmenden Halbkugel) und c) wenn der Schwerpunkt lothrecht unter dem Mittelpunkte der Tragkraft fällt (z. B. im oben bemerkten Falle) wo dann der Körper am vollkommensten gegen das Umschlagen gesichert ist, oder wo er Stabilität hat. Bei nicht beladenen Schiffen verhüthet der Ballast, zum Theil auch der Kiel (wenn er mit Metall beschlagen ist) das Umschlagen, welches bei schmalen Nachen, worin z. B. Menschen aufrecht stehen (und so einen sehr verlängerten Hebelarm bilden; S. 125.) und bei schmalen Schiffen mit sehr hohen Masten leicht erfolgen kann.

10) Ueber den Widerstand des Flüssigen und über künstliches Schwimmen vergl. auch oben S. 86—87. Ersterer ist geringe, wenn der hindurch zu bewegende, hinten abgestumpfte, hingegen unten und vorn mehr abgerundete Körper dort allmählig scharf ausläuft, wo er zunächst die Flüssigkeit theilen soll (der Vordertheil des Schiffs, sowohl des im Wasser befindlichen mit dem Kiele versehenen, als auch des gegen die Luft gerichteten Theils gehört hieher; desgleichen die am Rande geschärfte Linsengestalt des unteren Theils schwingender Uhrpendel). Dieses zeigt eine Kugel, deren größter Umkreis dem Umkreise der Grundfläche eines senkrechten Cylinders gleichkommt, indem dieselbe — wenn beide mit gleicher Geschwindigkeit durch Wasser bewegt werden, und die Bewegung des Cylinders in der Richtung seiner Axe erfolgt — vom Wasser einen zweymal so geringen Widerstand erleidet, als der Cylinder.

11) Da die bewegende Kraft, mit welcher an sich gewichtigere Materien in Flüssigkeiten sinken, nicht nur von dem größeren Eigengewichte sondern auch von der Masse (dem Mehr der Materie) abhängig ist, so erklärt sich warum sehr fein zertheilte Körper, selbst von sehr beträchtlichem Eigengewichte, z. B. schwere gepulverte Körper, Blattgoldstaub, u. s. w. weder die mehr zusammengezogene Oberfläche des Tropfbaren durchbrechen (oben S. 205.) noch, bereits gewaltsam unter dieselbe gebracht, schnell zu Boden sinken, sondern mehr oder weniger schweben bleiben und erst nach verhältnißmäßig langen Zeiträumen den Boden erreichen.

12) Ueber Hook's Bathometer Behufs der Messung der Meerestiefe und über die Vorrichtungen zur Messung der Ströhmungsgeschwindigkeiten, vergl. m. Experimentalphysik. Cap. II.

§. 89.

Die Tiefe bis zu welcher schwimmende Körper in tropfbare Flüssigkeiten eintauchen, läßt sich entweder durch Eintheilung der Höhe des ganzen Körpers oder seines oberen Theils in gleiche Längenmaaßtheile, oder durch Belastung desselben mit Gewichten bestimmen, und da (unter übrigens gleichen Bedingungen und namentlich auch bei den als gleich angenommenen oder zu gleichen Werthen durch Versuche und Berechnung erhobenen Wirkungen der Adhäsion „verschiedener" tropfbarer Flüssigkeiten gegen dasselbe Starre) bei gleichen senkrechten Höhen zwey Tropfbare um so mehr hinsichtlich des Widerstandes abweichen, den sie dem Eintauchenden entgegensetzen, je mehr sie hinsichtlich ihrer Dichtigkeiten von einander verschieden sind, so werden sich die Tauchtiefen ein und desselben Körpers bei verschiedenen Flüssigkeiten verhalten, wie die Dichtigkeiten und mithin wie die Eigengewichte der Flüssigkeiten. Die wirkliche Anwendung dieses Gesetzes zeigt der Gebrauch der Senkwagen oder Aräometer, sowohl Behufs der Ausmittelung des Eigengewichts der Tropfbaren, wie auch der Starren und der Gase.

1) Die Aräometer Behufs der Bestimmung des Eigengewichts sind entweder Senkwagen mit Skalen oder sog. Spindeln, oder mit Gewichten; zu den ersteren gehört das Beaume'sche Hydrometer (sowohl für Flüssigkeiten, die specifisch schwerer als auch für jene, welche specif. leichter sind, als reines Wasser; z. B. für Soole und für weingeistige Flüssigkeiten) Richter's, Meissner's u. m. A. Alkoholometer und mehrere ähnliche allgemeine Aräometer; desgleichen die gewöhnlichen Brauntweinwagen, Salzspindeln u. s. w.; zu den letzteren das Fahrenheitische, durch Nicholson verbesserte allgemeine Aräometer (welches zunächst zur Ausmittelung des Eigengewichts der Starren bestimmt ist), das Schmidt'sche Aräometer und die Tralles'sche hydrostatische Wage; Gilbert's Ann. XXX. 384. ff. XXXVIII. 340. ff. u. m. Experimentalphys. a. a. O. Die Skalen-Aräometer sind nur zur Bestimmung der Eigengewichte der Tropfbaren geeignet, und dienen häufig dazu, aus der gefundenen Dichte eines Gemisches (z. B. des wässrigen Weingeists) auf das Gewichtsverhältniß der Mischungstheile zu schließen. Da aber

gemischte Flüssigkeiten nie die aus den Dichten der Mischungstheile berechnungsfähige mittlere Dichte haben, sondern stets eine von dieser mehr oder weniger abweichende, größere oder geringere Dichtigkeit zeigen, so muß bei der Verfertigung der Skalen die Gradeintheilung derselben nicht nach den Ergebnißen der Berechnung, sondern nach denen, wirklich zu Stande gebrachter Mischungsversuche entworfen werden; nur in diesem Falle zeigen die Grade der Senktiefe mit den entsprechenden Dichten der Flüssigkeiten zugleich deren Gehalt (z. B. an Weingeist, Säure u. s. w.) an.

2) Um die Eigengewichte der Materien gegenseitig vergleichen, und ihre Dichtigkeitsunterschiede in Zahlen ausdrücken zu können, dient das reine tropfbare Wasser von einer bestimmten Temperatur, oder zweckmäßiger von jener Temperatur, bei welcher es die größte Dichte hat, d. i. bei $3^1/_3$ ° R. oder 40° F oder $4^1/_8$ ° C (S. 22) zur zu vergleichenden Einheit. Eigengewichte jener Materien welche in Wasser von anderen Temperaturen als die bemerkte gewogen wurden, lassen sich mittelst der S. 22 gegebenen Tafel, auf die von $4^1/_8$ ° C zurückführen.

3) Das absolute Gewicht der zu bestimmenden Materie giebt das Wägen derselben in der Luft; bei genauen Versuchen muß dabei jedoch zugleich Rücksicht genommen werden, auf den Thermometer- und Barometerstand (Wärmedehnungs- und Druck-Größe) der Luft, weil auch die in derselben gewogene Materie so viel am Gewicht verliehrt, als das Gewicht der von der Materie aus dem Raume getriebenen Luftmenge beträgt; Tralle's in Gilbert's Ann. XXVII. 261. Ein und derselbe Körper bei gleichem Wärmedehnungs- und Druckgrößen Einfluß in verschiedenen Gasen gewogen, giebt deren gegenseitiges Dichtigkeitsverhältniß, und dadurch deren Eigengewichts Unterschied. Gewöhnlich bedient man sich dazu des von Otto v. Guerike erfundenen und von Berthollet verbesserten Manometer's (m. Experimentalphys. a. a. O.), sonst erhält man denselben aber auch, indem man z. B. eine hohle, mit einer passenden Oeffnung versehene Glaskugel wägt, darauf von Luft mittelst der späterhin zu erwähnenden Luftpumpe (oder durch sehr starke Erhitzung) möglichst entleert, das Gewicht der nach der Entleerung verschlossenen (und wieder bis zur Temperatur vor der Entleerung erkalteten) Kugel bestimmt, sie dann mit dem zu wägenden Gase füllt, wieder wägt, und dieses Gewicht mit jenem vor der Entleerung erhaltenen Gewichte vergleicht.

4) Zu genauen Wägungen starrer Materien im Wasser, pflegt man sich der hydrostatischen Wagen zu bedienen, deren Schaalen

so eingerichtet sind, daß darunter die zuvor in der Luft und dann im Wasser zu wägenden Körper befestigt werden können; s. a a. O.

5) Zu gleichem Zwecke dienen auch die oben erwähnten Senkwagen mit Gewichten. Die gebräuchlichste unter diesen ist die Nicholsonsche. Sie besteht gewöhnlich aus einem hohlen messingenen (silbernen oder zinkenen überfirnißten) senkrechten Cylinder, der unten mit einem Eimer, oben mit einem Schälchen versehen ist. Der erstere hat unten ein Löchlein, um Ansammlung von Luftblasen zu verhüthen und ein oder einige Häckchen, um Körper zu befestigen, die leichter als Wasser sind, und die daher gewaltsam unter Wasser gehalten werden müssen; das letztere ruht auf einem in Richtung der Axe des Cylinders aus demselben einige Zoll hoch hervorragenden Drath, der ohngefähr in der Mitte mit einem Feilstrich bezeichnet ist. Taucht man dieses Instrument in reines Wasser (von bekannter Temperatur), so muß es so leicht sein, daß es nicht bis an den bemerkten Feilstrich eintaucht, sondern daß man nöthig hat, in das obere Schälchen Gewichte zu legen, um das Eintauchen bis zu dem erwähnten Zeichen zu bewirken. Dieses Gewicht heißt das beständige Gewicht des Instruments, und Materien deren Eigengewicht mit Hülfe desselben ausgemittelt werden soll, dürfen in der Luft nicht mehr wiegen, als die Größe dieses beständigen Gewichts beträgt. Gesetzt, das beständige Gewicht des Instruments sey 1000 Gran, und statt desselben werde ein Goldstück hineingelegt, dem man 940 Gran zulegen müsse, um das Aroämeter bis zum Feilstrich sinken zu machen, so folgt, daß das absolute Gewicht des Goldstücks 60 Gran ist. Legen wir nun dasselbe Goldstück unten in den vom Wasser umflossenen offenen Eimer des Instruments, so wird das Gold ein Stück Wasser aus dem Raume drängen, das genau so groß als es selbst ist, und dadurch soviel an Gewicht verliehren, als dieses vertriebene Stück Wasser in der Luft gewogen haben würde; man muß daher oben zu dem Gewichte in dem Schälchen neues Gewicht zulegen, um das während dessen wieder etwas in die Höhe gestiegene Instrument, wiederum bis zum Feilstrich zu senken. Dieses letztere Zulegegewicht, ist also das Gewicht des durch das Gold aus dem Raume getriebenen Wassers, und betrug dieses z. B. $3^1/_3$ Gran, so wissen wir hiemit, daß die Gewichte jenes Goldes und des Wassers bei gleichen Raumsumfängen sich verhalten wie $3^1/_3 : 60 = 1 : 18$, mithin ist das Eigengewicht des Goldes = 18. — Ist die Materie, deren Eigengewicht bestimmt werden soll im Wasser löslich, so wiegt man sie in einer gesättigten Lösung ihrer selbst (z. B. Kochsalz in einer gesättigten Kochsalzlösung) und vergleicht das specif. Gewicht dieser Lösung, mit dem des reinen Wassers, und bringt so den Gewichtsverlust des in der Lösung gewo-

genen Körpers auf jenen zurück, welcher statt gehabt haben würde, wenn man ihn in Wasser gewogen hätte. Vergl. a. a. O.

6) Auch zur Bestimmung der Eigenwichte verschieden gearteter Flüssigkeiten ist obige Senkwage anwendbar; vorausgesetzt, daß sie von den Flüssigkeiten nicht chemisch angegriffen wird. Gesetzt das beständige Gewicht des Instruments sey = 200 Gewichtstheilen, das Zulegegewicht, um es in Wasser bis zum Feilstrich zu senken = 100, und jenes, um es in wäßrigen Weingeist ebensoweit zu senken 80, so ist 200 + 100 = 300 das Gewicht des Wassers und 200 + 80 = 280 das Gewicht des Weingeists von gleich großem Volum, und mithin das Eigengewicht des letzteren 300 : 280 = 1 : 0,9333 = 0,9333.

7) Eine Vergleichung der verschiedenen Skalen der gebräuchlichen Spindel-Aräometer und eine Tabelle über die Eigengewichte verschiedener Materien findet man in m. Experimentalphys. Cap. II.

8) Füllt man eine Flasche genau mit Wasser, wiegt sie und füllt sie darauf nacheinander eben so genau mit anderen zu bestimmenden Flüssigkeiten, sie nach jeder Füllung wieder wiegend (und vor dem neuen Füllen sorgfältig von der darin zuvor gewesenen Flüssigkeit befreiend), so kann man auf diese Weise (wiewohl nicht so genau, als nach der oben bemerkten) ebenfalls die Eigengewichte der Tropfbaren ausmitteln, und wenn man das hinreichend große geöffnete leere Glas vor dem Füllen stark erhitzte, noch heiß luftdicht verschloß und wog (und so das Gewicht des Glases an sich erhielt) und dann nacheinander mit verschiedenen Gasen füllte, ebenso auch die der einzelnen Gase (und wäre das Volum der Glaswände sammt Stöpsel ꝛc. bekannt, so ließe sich auch unmittelbar das Eigengewicht der Gase durch Wägen im Wasser finden, sey es mit der Gewichtssenkwage, oder mittelst der hydrostatischen Wage, nur müßte das Glas hinreichend groß sein).

9) In Eytelweins Versuchen (S. 22) wog ein Duodecimalkubikzoll reinsten Wassers, bei 14° de Luc 288 Gran. — Ausser Gilpin (a. a. O.) hat auch Hällström eine auf genaue Versuche gestützte Tabelle entworfen, über das Eigengewicht des Wassers von 0° C bis 20° C; vergl. Gilbert's Ann. XX. 384—390.

10) Die Skalen der Soolwagen oder Salzspindeln, Laugenwagen oder Laugenspindeln, desgleichen jene für Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, wässriges Chlor (sog. Berthollimeter und die für wässrige Lösungen oxychlorsaurer Salze) geben gemeinhin den Gehalt nach Procenten an, oder zeigen, wie viel von den fraglichen Substanzen in 100

Gewichtstheilen der Flüssigkeit und beim Alkoholometer, wieviel in 100 Maaßtheilen Maaße Alkohol enthalten sind. Bei der Soole nennt man den nach Procenten bestimmten Salzgehalt die Löthigkeit der Soole; vergl. Untersuchungen zur nähern Bestimmung der eigenthümlichen Schwere, der Ausdehnung durch Wärme, des Gehalts, der Verminderung der Räume bei Vermischung, und des Gefrier- und Siedepunkts der Salzsoolen, mit Soolgehalts-Tabellen, von Bischoff, Siedefactor zu Dürrenberg; Gilbert's Ann. XXXV. 311. — Durch Berücksichtigung des Einflusses der Temperatur, bei welcher mittelst Senkwagen das Eigengewicht der Flüssigkeiten bestimmt wird, ist die Entwerfung einer Tabelle, die Grad für Grad auf wirkliche Mischungsversuche gründet (s. ob. §. 89. Bem. 1.) eine sehr schwürige und darum um so verdienstlichere Arbeit, die in den zuvor erwähnten Tabellen, wie auch für Gemische aus Wasser und Weingeist von Tralles, vollendet wurde; vergl. Tralles „Untersuchungen über die specif. Gewichte der Mischungen aus Alkohol und Wasser, und Tafeln für den Gebrauch und die Verfertigung der Alkoholometer; a. a. O. XXXVIII. 349. — Erfinder der Senkwage ist Archimedes; a. a. O. VI. 125.

11) Ueber den Einfluß, welchen Körper mit der Abnahme ihrer räumlichen Größe durch die Zunahme des Widerstandes und der Adhäsion tropfbarer Flüssigkeiten erleiden, auf die Bestimmung des Eigengewichts; vergl. Hassenfratz und Schmidt a. a. O. I. 396. und IV. 194.

§. 90.

Die Wichtigkeit der Eigengewichts-Bestimmungen für die Kenntniß des physischen und chemischen Bestandes und der physischen und chemischen Wirksamkeit der Leiblichen leuchtet ein, wenn man erwägt, daß z. B. Materien, die einander in ihrem chemischen Verhalten und in ihren anorganischen oder organischen Beziehungen ähneln, auch in der Regel hinsichtlich ihrer Dichten einander nahe stehen; aber ausser solchen, den Naturwerth der Leiblichen andeutenden Folgerungen, macht man auch von jenen Bestimmungen Gebrauch, Behufs der Ermittelung des räumlichen Inhalts solcher Körper, deren unregelmäßige Gestaltung keine genaue Messung zuläßt, und umgekehrt Behufs der Bestimmung des absoluten Gewichtes solcher Massen, deren Größe eine Wägung nicht füglich gestattet.

Anm. 1) Vergl. S. 41. Bem. 9. — Die sog. schweren Metalle haben sämmtlich ein Eigengewicht über 5 (das des Wassers = 1 gesetzt) die Metalloide (Schwefel, Phosphor, Kohle ꝛc.) von 0,9 bis 3,6. — Die nicht erdigen Gesteine, von 1,21 (der Meerschaum) bis 4,3 (der Zirkon — der Bimsstein zeigt nach Kirwan im nicht absolut luftfreien Zustande 0,93; der Schwimmstein 0,45) die Bildungstheile der Organismen von 0,4 bis 1,9; das Eis 0,916; das Meerwasser 1,026 bis 1,04; das Kochsalz 1,968 bis 2,088; Steinsalz 2,14; Salpeter 1,93; Salmiak 1,42; Alaun 1,71; gebrannter Kalk 2,39; kohlensaure Bittererde (Magnesia) 0,294; Thonerde von 0,820 bis 2, je nachdem sie wässerhaftig ist; ꝛc.

2) Ist das Eigengewicht einer Materie und das absolute Gewicht eines bestimmten Raumgehalts Wasser z. B. eines Kubikfuß Wasser von bestimmter Temperatur (S. 22.) bekannt, so erhält man das absolute Gewicht gegebener Raumgehalte der Materie, wenn man jenes des Wassers mit dem Eigengewichte der Materie multiplicirt. Z. B. das Eigengewicht des Basalt's ist bei 15° R. 3,08 mithin beträgt das absolute Gewicht eines Kubikfußes Basalt 66 . 3,08 = 203,28 Preuß. Pfunde (S. 22.); ferner das Eigengewicht des Cararischen Marmors ist bei 15° R. 2,70 mithin das absolute Gewicht eines Kubus von 12 Fuß Seite 12 . 12 = 144 . 12 = 1728 . 66 . 2,70 = 307929,6. Wieviel Raum würde ein Sandsteinblock einnehmen, der 1000 Pfund wiegt? Antwort: Eine eben soviel wiegende Masse Wassers von 15° R. würde $^{1000}/_{66}$ = 15,15 Preuß. Kubikfuß groß sein, und da das Eigengewicht des Sandsteins 2,5 ist, so werden 1000 Pfund desselben 6,06 Preuß. Kubikfuß Raum einnehmen; denn 15,15 dividirt durch 2,5 = 6,06; ꝛc.

3) Ueber die Eigengewichte der Gase (Lüfte und Dämpfe) vergl. m. Experimentalphysik Cap. II. §. 78. Daß die (als ausdehnsame Flüssigkeit schon den Alten bekannte) atmosphärische Luft ein schweres, druckendes und wägbares Flüssiges sey, wurde erst im 17ten Jahrhundert durch die Erfindungen des Barometers und der Luftpumpe erwiesen, in welchem Verhältniße aber die Ausdehnsamkeit derselben mit ihrer Dichtigkeit steht, zeigten gleichzeitig im Anfange des 18ten Jahrhunderts zuerst Mariotte in Paris und Townly in London.

§. 91.

Füllt man eine über 30 Zoll lange (und im Lichten wenigstens eine Linie weite) an dem einen Ende mittelst einer eisernen Hülse durch einen eisernen Hahn verschlossene, am anderen

Ende offene gläserne Röhre mit Merkur, verschließt darauf das offene Ende mit einem Finger, bringt es dann, die Röhre umkehrend (so daß das einstweilen zugehaltene sonst obere Ende nun das untere wird) in eine etwa zur Hälfte mit Merkur gefüllte Schaale, und zieht nun den Finger weg (um das Merkur der Röhre unmittelbar mit dem der Schaale zusammenfließen zu lassen) so sinkt das Merkur in der Röhre nicht so weit herab, daß es mit dem Merkur der Schaale gleich hoch steht, sondern bleibt ohngefähr 28 Zoll hoch in der Röhre hängen, unmittelbar über sich (innerhalb der Röhre) eine 2 Zoll und darüber hohe Leere hinterlaßend, fällt hingegen sogleich bis zur besagten Tiefe herab, wenn durch Drehen des Hahns, der Luft Eintritt in die Leere verschafft wird.

§. 92.

Der Versuch zeigt deutlich, daß das Merkur, sofern im oberen Theile der Röhre der Zutritt der Luft verhindert wird, bis gegen 28 Zoll hoch in der Röhre hängen bleibt, weil die Luft nicht von oben her, sondern (mittelbar durch das von der Luft belastete Merkur der Schaale) nur von unten herauf druckt, und fragte man, wie groß die Gewalt dieses Druckes sey, so würde man dieselbe in Gewichten ausgedrückt erhalten, wenn man das Merkur der Röhre bis zur Berührungsfläche des Merkurs der Schaale genau sonderte und wöge. Das Gewicht dieser Merkursäule würde dann genau so groß sein, als das Gewicht einer freien Luftsäule, von einer Höhe, so weit die Erdatmosphäre reicht, und von einer Grundfläche (oder von einem Querdurchmesser) welche jener der 28 Zoll hohen Merkursäule gleichkommt. Es ist mithin obiger Versuch ähnlich dem S. 209. Bem. 2. beschriebenen, nur mit dem Unterschiede, daß dort zwei ungleich dichte Tropfbare in zusammenhangenden Röhren, hier hingegen ein sehr dichtes Tropfbares und ein Ausdehnsames von sehr geringem Eigengewichte einander entgegendruckend das Gleichgewicht halten.

§. 93.

Eine Vorrichtung von der Art, wie sie in §. 91 beschrieben ist, heißt eine Torricellische Röhre und die darin über dem

Merkur befindliche Leere die Torricellische Leere oder das Torricellische Vacuum. Gewöhnlich ist die Röhre, statt oben mit einer eisernen Hülse und einem Hahn versehen zu sein, oben zugeschmolzen, und hat man sie in diesem Falle mit einer nach Zollen und Linien eingetheilten Skale verbunden, so daß man die Höhe des Merkurs genau anzugeben im Stande ist, so nennt man sie ein Barometer (Schwere= Luftgewicht= oder Druckmesser); über dessen Verfertigung und verschiedene Einrichtung m. Experimentalphys. Cap. II. zu vergleichen ist.

Bem. 1) Einen Versuch, ähnlich dem in §. 91 beschriebenen, stellte zuerst Evangelista Torricelli im Jahr 1643 an; aber schon 1648 verglich Pascal die Beobachtung des Merkurstandes in der torricellischen Röhre auf der Spitze des Puy de Dôme in Auvergne mit jener in der Stadt Clermont, am ersteren Orte jenen Stand um 3″1‴,5 niedriger findend als am letzteren. Diese Beobachtung bestätigte zunächst die von Torricelli aus seinen Versuchen abgeleitete Folgerung, daß die Hauptursache des Hangenbleibens des Merkurs in der Torricellischen Röhre gegeben sey in dem Schwersein der atmosphärischen Luft, deren Gewicht bei übrigens gleichen Bedingungen um so größer ausfallen muß, je tiefer der Ort liegt, an welchem sie gegen das Merkur der Röhre drückt, d. h. je größer die senkrechte Länge der lastenden Luftsäule ist. Zugleich fand man daß die Höhe der Merkursäule an ein und demselben Orte sich nicht gleich bleibt, sondern Veränderungen unterworfen ist, die zum Theil mit der Richtung und Stärke der Winde (mit dem Wechsel der Temperatur, und durch beides mit dem Wechsel von Lufttrockenheit und Luftfeuchte) zusammenhängen; und dieser durch mancherlei zum Theil sehr örtlich bedingte Aenderungen stets mehr oder weniger gestörte Zusammenhang des Steigens und Fallens des Merkurs in dem Barometer, veranlaßte, daß man es fast allgemein als Wetterprophezeiher unter der Benennung Wetterglas einführte, wiewohl es selbst mit Hinzuziehung der Hygrometer und Thermometer (zur Bestimmung der Luftwärme) stets ein unzuverläßiger Wetterverkündiger bleibt: denn auch die alte Regel, daß allmähliges Steigen des Barometers andauernd trocknes, und allmähliges Sinken desselben anhaltend nasses Wetter bringe, während schneller Wechsel im Steigen oder Sinken auf Wetterveränderungen von kürzerer Dauer schließen laße, und sehr schnelles tiefes Sinken bald nachfolgende heftige Stürme, starke Gewitter, Orkane und selbst Erdbeben anzeige, ist nicht ohne auffallende Ausnahmen. — Beständig hingegen ist der von Pascal beobachtete Zusammenhang des Baromet-

terstandes mit der Länge der senkrechten Luftsäule und indem man nach und nach die Einflüsse näher kennen lernte, welche ausser dem Drucke der Luft vorzüglich auf die Höhe der Merkursäule wirken, und in dieser Hinsicht hauptsächlich den Einfluß der verschiedenen Luftwärme auf die Ausdehnung (Leichtermachung) des Merkurs bestimmte, gelang es, das Barometer als Höhenmessungsmittel zu benutzen. Ersteigt man z. B. mit einem Barometer eine Höhe von 78 Fuß, so fällt es, wenn der Wärmeeinfluß oben und unten gleich groß ist, ohngefähr um 1 Linie, und waren die Temperaturen unten und oben ungleich groß, so findet man die wahre gemäß der Luftsäulenverkürzung gewordene Druckhöhe des Merkurs; wenn man die Größe der Ausdehnung oder Zusammenziehung in Rechnung nimmt, welche es durch das Mehr der unteren, oder durch das Weniger der oberen Luftwärme erlitten hat. Lavoisier's und Laplace's Versuchen zufolge, wird eine Merkursäule in allen in der Luft vorkommenden Temperaturen für jeden Grad der Reaumurschen Thermometerscale um $^1/_{4330}$, und für jeden Grad der Centesimalscale um $^1/_{5412}$ ihrer Länge ausgedehnt; um daher eine beobachtete Barometerhöhe auf eine bestimmte, allen dergleichen Beobachtungen zum Grunde gelegte Temperatur z. B. nach de Lüc auf die von 10° R., oder nach neueren Physikern auf die von 0° R. (= 0° C) oder auf die der größten Wasserdichte, also auf 4,37° C (S. 222) zurückzuführen, zieht man von dem (z. B. auf dem Gipfel eines zu messenden Berges) beobachteten Barometerstande z. E. $^{10}/_{5412}$ ab; wenn die Temperatur des Beobachtungsortes 10° +° C war oder addirt zu demselben z. B. $^1/_{5412}$ hinzu, wenn die beobachtete Temperatur 1° C – 0° C war und man dieselbe für das Merkur auf 0° C zurückbringen will, und ist bei einem zu dergleichen Messungen gewöhnlich angewendet werdenden Heberbarometer (d. i. eines Barometers, dessen Röhre unten so umgebogen ist, daß das offene Ende einem kürzeren ebenfalls senkrecht stehenden Schenkel zugehört, in welchem das darin stehende Merkur einer eben so großen Merkursäule des längeren Schenkels lediglich vermöge seines eigenen Drucks das Gleichgewicht hält, und dessen Länge also von der wahren Länge des Merkurs der größeren Säule, bei deren Bestimmung abgezogen werden muß) die Länge der Merkursäule bei 0° C bereits bekannt, so giebt bei jeder einzelnen Beobachtung die Vergleichung der gefundenen Länge mit der bekannten bei 0° C, die wahre Länge der Merkursäule. — Vergl. §. 52. Bem. 4. S. 87.

2) Aber nicht nur die Temperaturunterschiede senkrecht voneinander abstehender Luftschichten haben Einfluß auf die Höhe der Merkursäule in der Barometeröhre, sondern auch die Abnahme der Erdschwere gemäß des §. 63 erläuterten Gesetzes. Indeß ist dieser letz-

tere Einfluß bei den im Ganzen genommen nur mäßigen Höhen, in welchen Barometer beobachtet werden, z. B. bei den Höhen der Berge, für die an sich sehr ausgedehnte Luftmasse zu unbedeutend, um bei Höhenmessungen mit dem Barometer zu beträchtlichen Irrungen führen zu können; es bleibt daher hiebei in den meisten Fällen nur die Berücksichtigung des Gesetzes übrig, nach dem überhaupt der Druck ausdehnsamer Flüssigkeiten, bei senkrechten Abständen von unten nach oben zu, für dieselbe Gegend der Erdoberfläche abnimmt.

§. 94.

Schon aus dem Begriffe des Gleichgewichts der Kräfte (§. 52 u. §. 53) folgt, daß die Ausdehnungsgewalt eines Gases stets dem Drucke gleich sey, durch welchen es in einem bestimmten Raume erhalten wird. Wenden wir dieses erste, nur den mechanischen Wirkungsverhältnißen der Gase zukommende, und daher als Grundgesetz der Aerostatik d. i. der Lehre vom Gleichgewichte und der Pneumatik d. i. der Lehre von den Bewegungen der gasigen Flüssigkeiten zu betrachtende Gesetz auf die atmosphärische Luft an, so haben wir in dem Barometer ein bequemes Mittel, die jedesmalige Größe ihrer Ausdehnungsgewalt zu bestimmen, indem dieselbe stets gleich sein muß, dem Drucke, den die Luft gegen die Oberfläche des Merkurs übt und zunächst von derselben erleidet, und mithin der Höhe des Merkurs in der Barometerröhre, oder der sog. Barometerhöhe.

§. 95.

Um wieviel wird aber durch vermehrten oder verminderten Druck der Raumsumfang einer gegebenen, dem Drucke unterliegenden Menge Luft verkleinert oder vergrößert, und wie nimmt mithin im ersteren Falle ihre Dichtigkeit zu, und im letzteren ab? Die Beantwortung dieser Fragen giebt folgendes von Mariotte (auf dem Wege des Versuchs) gefundene Gesetz: wenn weder Aenderung in der Temperatur noch in der Mischung der Luft statt hat, so steht ihr Raumsumfang (das Volumen) im umgekehrten, und ihre Dichtigkeit im geraden Verhältniß des Drucks, den sie entweder von den sie umgebenden und sie belastenden übrigen Mengen der freien Luft oder von

sperrenden Gefäßwänden erleidet; vergl. oben §. 90 Bem. 3. m. Experimentalphysik §. 72. S. 277. u. ff. u. §. 84. Ueber Mariotte's „Verdichtungs-" und „Verdünnungsröhre" Behufs der Messung der Dichtigkeits- und Dünnigkeitsgrößen der Luft; a. a. O. Die letztere Vorrichtung ähnelt der oben §. 91 beschriebenen.

§. 96.

Vermag man die Abänderungen in der Ausdehnsamkeit der atmosphärischen Luft, welche dieselbe durch örtliche Verschiedenheiten, Feuchtigkeits- und Wärme-Unterschiede rc. erleidet, in Rechnung zu nehmen, (was hinsichtlich der örtlichen und der Feuchtigkeitseinflüsse am besten dadurch geschieht, daß man z. B. bei Höhenmessungen den jährlichen mittleren Barometerstand der rücksichtlich ihrer Höhenunterschiede zu bestimmenden Gegend zu Rathe zieht) so werden in Folge des Mariotteschen Gesetzes der Druck, die Spannung (gegendrückende Dehnungsgewalt) und die Dichtigkeit der Atmosphäre in solchem Maaße von unten nach oben zu abnehmen, daß die Barometerhöhen (oder sog. Barometerstände) bei gleichen senkrechten Abständen, von der untersten bis zur obersten Luftschicht (die gleich dick zu denkenden, senkrecht übereinander schwebenden, mittleren Schichten hindurch) eine abnehmende geometrische Reihe darstellen.

Bem. 1) Gemäß dieses letzteren Gesetzes wird die Barometerhöhe bei 3000 Fuß senkrechter Lufthöhe 22",42 sein, wenn sie bei 2000 Fuß Höhe 24",14 war, und wenn die Luftdichte in der Höhe von 1 Meile $^1/_2$ (=14 Zoll Barometerhöhe) ist, so wird sie bei 2 Meilen Höhe $(^1/_2)^2$, bei 3 Meilen $(^1/_2)^3$ rc. und mithin bei 10 Meilen Höhe $(^1/_2)^{10} = {}^1/_{1024}$ d. i. um ein Beträchtliches geringer sein, als man die Luft mittelst der besten Luftpumpe zu verdünnen vermag (Wie man aus der Dauer der Dämmerung zur Bestimmung einer ähnlichen Höhe der Erdatmosphäre gelangte, s. m. Experimentalphysik S. 215. ff.)

2) Nur unter dem Aequator bleibt die Barometerhöhe das ganze Jahr hindurch fast unveränderlich dieselbe, unter den südlichen und nördlichen Breiten hingegen, und besonders unter den mittleren geogr. Breiten ist sie sehr veränderlich. Beobachtet man indeß täglich den statthabenden höchsten und niedrigsten Barometerstand, nimmt das

rauf aus beiden Beobachtungen das Mittel, und aus diesen täglichen Mitteln wieder das jährliche Mittel, verfährt ferner ebenso mit den Beobachtungen des (etwa neben dem Barometer hängend angebrachten) Thermometers, hinsichtlich der aufzufindenden jährlichen mittleren Temperatur, und bestimmt endlich den Einfluß dieser mittleren Wärme auf die Höhe des mittleren Barometerstandes, so erhält man die mittlere Barometerhöhe des Ortes, die wir aber jetzt leider nur von wenigen Orten mit Genauigkeit anzugeben vermögen, wie folgende Tafel beispielsweise zeigt:

	Mittlerer Barometerstand	(Mittlerer Thermometerstand.)
Berlin	27″ 11‴,8	+ 7°,3 Reaum.
Brüssel	27 10,7	+ 7,8
Düsseldorf	27 10,2	+ 8,3
Erfurt	27–6,6	+ 7,2
Genf	26–10,4	+ 8,1
St. Gotthard	21–9,5	+ 0,8
Ingolstadt	28–1,0	+ 6
Kopenhagen	26–9,8	+ 6,4
Manheim	27–9,6	+ 8,2
München	26–5,3	+ 7,1
Ofen	27–5,9	+ 8,1
Petersburg	28–0,0	+ 2,2
Prag	27–3,9	+ 7,2
Padua	28–1,3	+ 9,3
Rom	27–11,3	+ 12,6
Stockholm	27–10,7	+ 3,9
Würzburg	27–5,4	+ 8,4

Vergl. Schmidt's Handb. der Naturl. II. S. 676 ff. An der Nordsee ist er bei + 7° R. mittl. Temp. = 28″2‴2. Am mittländischen Meer bei + 12° R. mittl. Temp. = 28″,2‴. Unter dem Aequator an Meeresfläche bei 21°,6 R. = 28 1‴,79, nach v. Humboldt nur = 28 1 02 (bei 10° R.) vergl. Gilbert's Ann. XLIV. 411.

3) Da nun in jedem logarithmischen Systeme, die zu den Logarithmen gehörenden Zahlen eine geometrische Reihe bilden, wenn die Logarithmen in einer arithmetischen Reihe zunehmen, so erhält man nach de Lüc die gesuchte Höhe des Orts, wenn man die auf beiden, dem untersten und dem obersten Standpunkte (wo möglich mittelst zwei gleich vollkommenen Barometern beobachteten) auf einerley Temperatur reducirten Barometerstände, in gleichartigen Maaßtheilen z. B. in paris. Linien, oder Zehntellinien rc. ausdrückt,

hierauf die zu beiden Zahlenausdrücken gehörigen Logarithmen aus den logarithmischen Tafeln nimmt, den kleineren vom größeren abzieht, und den Unterschied beyder 60000 mal nimmt. Nun hat man den Höhenunterschied beider Standpunkte, wie er wäre, wenn die ganze Luftsäule $16^3/_4$° R. hätte. Für jeden Grad R., um welchen das Mittel aus der Lufttemperatur beider Standpunkte kleiner ist, als $16^3/_4$° R., zieht man von der berechneten Höhe den 215ten Theil ab, und für jeden Grad, um welchen jenes Mittel höher ist als die erwähnte Temperatur, setzt man den 215ten Theil der gefundenen Höhe zu, um die wahre Höhe zu erhalten. Vergl. Gilbert's Ann. XXVI. 152 u. 194. Laplace und d'Aubuisson haben die de Lücsche Formel, durch richtigere Bestimmung der Normaltemperatur verbessert, wie dieses Gilbert a. a. O. ausführlich und faßlich entwickelt hat. Wenn hiernach der untere Barometerstand b, der obere b', die nach der Centesimalskale angegebene Temperatur des unteren Beobachtungsortes t, und die des oberen t' ist, so wird der Höhenunterschied h zwischen beiden (senkrecht übereinander befindlichen) Beobachtungsorten in paris. Fußmaaß ausgedrückt gefunden, wenn $h = 56372{,}5\ (1 + {}^1/_2\ [t + t'].\ 0{,}005)\ \log \frac{b'}{b}$ berechnet wird. Man nennt diese Zahl den barometrischen Coefficienten, und sie ist nach de Luc für $16^3/_4$° R. 60000, nach Laplace und d'Aubuisson für 0° C 56372,5 paris. Fuß; vergl. a. a. O. u. m. Experimentalphys. Cap. II. Die von Oltmann entworfene hypsometrische oder barometrische Tafel gründet auf Laplace's Formel; vergl. Gilbert's Ann. XXXVIII. 278. und damit Horner's Bem. ebendas. S. 468. Eine für Höhenmessungen sehr brauchbare Tafel, welche auf eine angenommene Abtheilung der Atmosphäre in (2800) Schichten gründet, deren jede durch ihren Druck einer Merkursäule von $^1/_{100}$ paris. Zoll das Gleichgewicht hält, und bei der man nur die zu beiden gleichzeitig beobachteten und berichtigten Barometerständen gehörenden Summen der Schichten von einander abzuziehen nöthig hat, um den (nach der Lufttemperatur zu verbessernden) Höhenunterschied beider Orte zu finden, hat Benzenberg entworfen; s. dessen Beschreib. eines einfachen Reisebarometers, nebst Anleit. zur leichteren Berechnung der Berghöhen rc. Düsseldorf 1810. 8.; desgl. C. Garthe: Tabellen für barometrische Höhenmessungen nach der Schichtmethode des Herrn Prof. Benzenberg, mit einer Vorrede von Prof. Munke. Gießen 1817. 16. — Auch zu Messungen von Tiefen z. B. der Schächte, Höhlen rc. kann das Barometer benutzt werden.

4) Einen einfachen Mechanismus, dem zufolge, durch Schieben eines Zeigers auf den Thermometerstand, sich die Gradleiter (Skale) einer Gefäßbarometers stets so verrückt, daß dadurch der berichtigte

Barometerstand angezeigt wird, beschreibt Oberst **Müller** in Gilbert's Ann. V. 17 unter der Benennung: **mechanisches Barometer.**

5) Da die anfängliche Einrichtung der Barometerröhre (§. 91) viel Merkur erforderte und ohne große Unbequemlichkeit kaum von einem Orte zum anderen gebracht werden konnte, so erfand man, um diesen Hindernißen seines Gebrauchs auszuweichen, das **Heberbarometer** (§. 93. Bem. 1.) Man krümmte nämlich das untere Ende der torricellischen Röhre wieder aufwärts, und maß die Höhe der Merkursäule von der horizontalen Oberfläche des Merkurs im kürzeren Schenkel. Da man aber bei dieser Einrichtung Behufs der Bestimmung der Länge der nur vom Druck der Luft getragenen Merkursäule, den Gegendruck des im kürzeren Schenkel befindlichen Merkurs jedesmal in Rechnung nehmen mußte, und dieses zu vermeiden strebte, so erweiterte man den kürzeren Schenkel (demselben eine birnförmige oder kugelförmige Gestalt gebend) damit er bei geringer Höhe so viel Merkur fasse, als der längere Schenkel bei beträchtlichen Steighöhen des Merkurs in sich aufnimmt, und mithin (da gleichartige Flüssigkeiten auch in zusammenhangenden Röhren von ungleicher Weite gleich hoch stehen) die Höhe seiner eigenen Merkursäule nur sehr wenig ändere, während jene des längern Schenkels beträchtliche Aenderungen erleidet. Allein die Unmöglichkeit auf diesem Wege zu genauen Beobachtungen der Merkurhöhen in der Barometerröhre zu gelangen, ließen wieder zu den Heberbarometern zurückkehren, und in der That gewähren diese die beabsichtigte Genauigkeit bei der Bestimmung der **wahren Länge der Merkursäule, wenn man von jener Höhe, um welche das Merkur in dem längeren Schenkel gefallen ist, jenes abzieht, um welches es in dem kürzeren stieg, oder zu dem, um welches es in dem längeren Schenkel stieg, jenes addirt, um welches es in dem kürzeren fiel.** Ueber verschiedene misglückte Versuche: geringe Aenderungen im Steigen oder Fallen des Merkurs möglichst merklich zu machen, m. Experimentalphys. II. §.

6) Bei jedem Heberbarometer müßen aber schon der Adhäsionswirkungen oder der sogen. **Kapillarität** wegen (§. 74. Bem. 2. und §. 75. S. 192 u. ff.) beide Schenkel durchaus **gleichweit** sein. — In **Gay-Lussac's** verbessertem **Heberbarometer** ist der Einfluß der Kapillarität benutzt worden, um das Auslaufen des Merkurs des kürzeren Schenkels (den man sonst bei Reisebarometern während des Transports sorgfältig zu verschließen hat) zu verhüthen. Es besteht nämlich das erwähnte Barometer aus einer gebogenen an beiden Enden zugeschmolzenen Röhre, deren längerer

Schenkel sich unten gleichmäßig verengt — um beim Umkehren des Instruments, die Stoßgewalt des fallenden Merkurs gegen das Glas des kürzeren Schenkels zu mäßigen — und deren kürzerer Schenkel an der Seite, in der Mitte oberhalb des Merkurspiegels mit einem sehr kleinen, den Zutritt der Luft gestattenden, das Herausfließen des Merkurs hingegen wegen der Kapillarität verhindernden Löchlein versehen ist.

7) Um die Aenderungen in der Ausdehnsamkeit eines eingeschlossenen Gases zu bestimmen, benutzt man (vergl. Davy Gilbert's Ann. XVI. 105.) eine, mittelst einer Scale in 100 Theile abgetheilte, krummgebogene Glasröhre, deren in ihr eingeschlossene Luft an den Röhren Enden durch etwas Merkur gesperrt wird, das nach Maaßgabe der größeren oder geringeren Luftdehnung höher oder tiefer steht.

§. 97.

Bringt man statt des Merkurs andere Tropfbare in eine der Torricellischen Röhre ähnliche Vorrichtung, so werden sie durch die Aussenluft ebenfalls zu Höhen hinaufgedrückt werden, welche mit ihren Eigengewichten im umgekehrten Verhältniß stehen, und welche sich für denselben Beobachtungsort (abgesehen von den ungleichen Wirkungen der Adhäsion des Glases zu verschiedenen Tropfbaren) zu den gleichzeitig beobachteten Barometerhöhen verhalten: wie die Dichtigkeiten solcher Tropfbaren zu jener des Merkurs der Barometerröhre.

Bem. 1) Hieher gehört Paskals wegen unbequemer Größe kaum brauchbares Wasserbarometer, worin das reinste Wasser (von der Wärme des Merkurs des zu vergleichenden Barometers) 13,586 mal höher stehen müßte, als reines Merkur. Ist daher der Barometerstand = 28", so wird das Wasser im Wasserbarometer bis zu einer Höhe von 31⅓ Fuß getragen werden.

2) Mit der Aenderung des Luftdrucks wird sich auch die Höhe des Wasserstandes im Wasserbarometer ändern, aber nicht nur in solchem in Röhren getragenen Wasser, sondern auch in großen, keine Ebbe und Fluth habenden Gewässern wird der Einfluß des veränderlichen Luftdrucks mehr oder weniger merklich werden; hieher gehören die hinsichtlich ihrer Richtung und ihrer Gewalt sehr veränderlichen Ströhmungen der keine Ebbe und Fluth habenden Ostsee, die sog. Seiches im Genfer See. Auch gehört zum Theil hieher die unregelmäßig eintretende Fluth der Canäle, Häfen und Strommündungen; Gilberts Ann. XXXIII. 314. 339. 355. 407.

§. 98.

Auf ähnliche Weise wie ungleicher Luftdruck in dem der freien Luftberührung preisgegebenem Wasser ungleiche Ströhmungen bewirkt, erzeugt er auch das Fließen des Wassers aus dem längeren Schenkel einer gebogenen, an beyden Enden offenen, mit Wasser gefüllten, und mit dem kürzeren Schenkel in ein Gefäß mit Wasser tauchenden Röhre, welcher man, da sie zum Herausheben tropfbarer Flüssigkeiten benutzt wird, die Benennung Heber gegeben hat.

Bem. 1) Man unterscheidet den gleichschenkligen von dem ungleichschenkligen Heber; taucht der erstere mit seinen beiden Schenkeln gleich tief in Wasser, so wird der (auf das beide eintauchende Röhrenenden umgebende Wasser des Gefäßes und dadurch) gegen die unteren Flächen des Wassers beider Schenkel wirkende Luftdruck, durch dasselbe um gleiche Größen vermindert, nemlich um Druckgewalten, welche den einander gleichen senkrechten Höhen des Wassers beider Schenkel gleichkommen; das Wasser wird mithin durch diesen Luftdruck von beiden Seiten her mit gleicher Gewalt getrieben, bleibt daher, da beide Gewalten einander aufheben, in Ruhe und verhält sich genau so, als im Wasserbarometer; taucht hingegen nur der eine Schenkel in das Wasser des Gefäßes, während die von Luft umflossene (zuvor z. B. durch einen Finger verschlossene) Mündung des anderen Schenkels geöffnet wird, so hält das Wasser des Gefäßes dem des ersteren Schenkels bis zu seiner Eintauchtiefe das Gleichgewicht, die senkrechte Höhe des Wassers dieses Schenkels wird mithin um ebensoviel verkürzt, als jene Eintauchtiefe beträgt, und der gegen die unteren Wasserflächen beider Schenkel wirkende Luftdruck, wird nun nicht mehr um gleiche, sondern um ungleiche Größen (den ungleich langen Druckhöhen der Wassersäulen beider Schenkel) vermindert, und zwar dort mehr, wo die höhere Drucksäule (die des freien Schenkels) dem Luftdrucke die größere Last, und dort weniger, wo die niedere Drucksäule (des eintauchenden Schenkels) die geringere Last entgegensetzt; das Wasser wird daher aus diesem nun ungleichschenklichen Heber zum längeren (freien) Schenkel so lange herausfließen, als es in den eintauchenden Schenkel (durch die gegen das Gefäß-Wasser verhältnißmäßig stärker druckende Luft) hineingetrieben wird. Je tiefer der letztere Schenkel eintaucht, um so größer wird der Höhen-Unterschied der Drucksäulen beider Schenkel, und mithin um so größer die Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser zum längeren Schenkel heraus und in den kürzeren (gleichzeitig) hineinfließt. Statt den einen Schenkel durch Eintauchen zu verkürzen, pflegt man ihn an sich zu verkürzen und (den

Heberbarometern ähnelnde s. S. 234.) gebogene Röhren mit ungleich langen Schenkeln zum hebenden Fließen der Tropfbaren zu benutzen. Biegt man die Mündung des längeren Schenkels aufwärts, so wird das herausfließende Wasser entsprechend den S. 209 entwickelten Gesetzen, gemäß seiner im längern Schenkel stattgehabten Falltiefe, zum Springen gebracht, und stellt so z. B. einen heberförmigen Springbrunnen dar. Ueber mannichfaltige Abänderungen des Hebers (Vexierbecher, würtembergische Heber, pharmaceutische Heber rc.) desgleichen über Benutzung heberförmiger Vorrichtungen bei Kanälen um das Ueberfließen des Schwellwassers zu verhüthen, über die natürlichen Heber der zur Regenzeit ausfließenden und zur trocknen Jahreszeit Wasser haltenden Landseen, z. B. des Zirknitzer See's rc. m. Experiment alphys. Cap. II. §. 86. rc. —

2) Aus dem Vorhergehenden folgt, was die Erfahrung bestätigt, daß der Heber nicht fließen kann, im luftleeren Raume.

§. 99.

Noch allgemeiner läßt sich das im vorigen §. ausgesprochene Gesetz dahin ausdrücken, daß die Luft (und jedes Ausdehnsamflüssige) überall merkbar drucke oder bewege, wo sie auf ein Druckbares oder Bewegliches einseitig oder von entgegengesetzten Seiten her mit ungleicher Gewalt wirkt. Die Merkbarkeit der Wirkung des einseitigen Drucks erläutert außer dem Barometer, auch die Handspritze, die Einrichtung der pneumatischen Geräthschaften, die Wirkung der Saugpumpen rc.; die des gegenseitig ungleichen Drucks vorzüglich der Stechheber, die Verdünnungs- und die Verdichtungs Luftpumpe, die Feuerspritze mit Windkessel, die Dampfmaschienen, die Windbüchsen (sowohl die mit comprimirter, als auch jene mit verdünnter Luft) und mehrere hieher gehörende Vorrichtungen; vergl. m. Experimentalphys. Cap. II. §. 84. u. ff.

Bem. 1) In Folge des einseitigen Drucks der Luft, fließt Tropfbares nicht aus der engen Hahn- oder Zapfenmündung eines Faßes, es sey denn, daß das Spuntloch geöffnet werde; auch gehören hieher die Einrichtungen des magischen Trichters, des intermittirenden Brunnens, des Oelkrugs der Wittwe von Zarpath, des Siebs der Vestalinnen und mehrere ähnliche Spielereien; desgleichen jene des magischen Dintenfaßes, der Nicolaischen Reise-Schreibfeder rc., vorzüglich aber die Einrichtung und Wirkung des Stechhebers, der Handspritzen und Saugpumpen.

2) So wie man beim Stechheber saugend die Luft einer mit dem unteren (gleich dem obren) offenen Ende in tropfbare Flüssigkeit tauchenden Röhre in sich zieht (indem man durch Muskelbewegung die zur Luftaufnahme bestimmten Theile seines Körpers erweitert) und so das Tropfbare dem einseitigen Drucke der darauf lastenden Aussenluft preisgiebt, durch den es dann in den ausgesogenen Innenraum der Röhre hinaufgetrieben wird, auf gleiche Weise entzieht auch der Säugling der Mutterbrust die Milch, die Biene den Honigdrüsen der Blumen den Nektar, der Blutigel den kleinen Blutgefäßen das Blut rc. und nach gleichem Gesetze saugen sich verschiedene Wurmarten an feste Körper fest, bewegt sich Rauch (z. B. Tabacksrauch), Dunst und selbst glühender (und als solcher höchst ausgedehnter) Dunst d. i. Flamme in Röhren hinauf, die an den entgegengesetzten Mündungen angesogen wurden. Auch der gewöhnliche Heber wird, statt ihn zuvor mit tropfbarer Flüssigkeit eingießend zu füllen, durch Saugen zum Fließen gebracht, und hier — wie in allen ähnlichen Vorrichtungen — kann das Aufzusaugende nur bis zu einer Höhe gehoben (hinaufgedrückt) werden, welche seinem Eigengewichte umgekehrt proportional ist; §. 97. Bem. 1. Dasselbe gilt auch vom Aufsteigen des Wassers in der Handspritze und in den Saugwerken. Indem nämlich z. B. in der Saugpumpe durch Aufziehen des Stempels (oder der Kolbenstange im Innern der Pumpenröhre) ein leerer Raum gebildet wird, kann das die untere Pumpenmündung sperrende Wasser in dieselbe durch den Druck der Aussenluft höchstens nur 32 Schuh hinaufgeschoben werden (a. a. O.), und da der Luftdruck häufig geringer ist, so darf eine solche Röhre bis zur Ausflußmündung nicht mehr als 27 bis 28 Fuß senkrechte Länge haben, wenn das Wasser darin bis zu jener Seitenmündung gehoben werden soll. Da indeß zum Heben des Wassers bis zur bemerkten Höhe ein nicht geringer Kraftaufwand Behufs des vorgängigen Aufziehens der Kolbenstange erforderlich sein würde, und da dieses Aufziehen bei der gewöhnlichen Einrichtung (demzufolge der am oberen Ende der Stange angebrachte, leicht zu bewegende Hebelarm — §. 124 — dieselbe in Bewegung setzt) unter so beträchtlichen Höhen nur in sehr schiefer Richtung möglich würde, diese aber das Hineinsinken der über der oberen Röhrenmündung lastenden Luft in die durch das Aufziehen gebildete Leere nicht verhüthen ließ, so hebt man schon aus diesem Grunde das Wasser in Pumpen gewöhnlich zu beträchtlich geringeren Höhen, als es bei vollständig gebildeter Leere zu steigen vermögen würde. Damit aber das einmal gehobene Wasser beim Wiederniederstoßen der Kolbenstange nicht wiederum zurückgetrieben werde, befindet sich in dem unteren, ausgehölten Theil der Kolbenstange ein Ventil, welches sich beim Niederstoßen nach oben öffnet, und

das einseitig gegen druckende Wasser überfließen läßt, während es beim Aufziehen durch den von oben wirkenden einseitigen Luftdruck geschlossen bleibt.

3) Um beliebig die Ströhmung der Flüssigkeiten zu hemmen und wiederum zu gestatten, dienen Hähne und um durch den eigenen Druck der ströhmenden Flüssigkeiten selbst deren Sperrung und Uebertritt regelmäßig wechselnd eintreten zu machen, benutzt man Ventile. Letztere, indem sie sich nur nach einer Richtung öffnen, gestatten durch die Art ihrer Verbindung mit den Innenwänden der Gefäße, Röhren ꝛc. denen sie zum jeweiligen Sperrer dienen, gleich den Klappen der Blutgefäße, die Ströhmung der Flüssigkeit nur nach einer Richtung, und sind gemäß der verschiedenen Beschaffenheit der von ihnen wechselnd zu sperrenden und frei zu lassenden Flüssigkeiten, und der Einrichtung des Gefäßes zu welchem sie gehören, von mannichfaltiger Form z. B. Klappenventile (die gewöhnlicheren) Kegelventile, Kugelventile, Muschelventile, Blasen- oder Wachstaffentventile ꝛc. Die Hähne haben häufig die Einrichtung (z. B. bei Luftpumpen mit Hähnen) daß sie einen Flüssigkeit einschließenden Raum für die Aussenluft sperren, während sie einen zweiten, durch das Sperren des ersteren von demselben gesonderten Raum, mit der Aussenluft in ungehinderte Verbindung bringen.

4) Ueber die Einrichtung der durch Wasser gesperrten Hydro- und der mit Merkur gesperrten hydrargyropneumatischen Geräthe, deren man sich in der praktischen Chemie vorzüglich zum Auffangen, Aufbewahren, Messen, Mischen, Sondern und Ableiten der Gase bedient; vergl. m. Einleit. in die n. Chem. S. 129. Füllt man eine enghalsige Flasche mit Wasser, verschließt die Oeffnung mit einem Finger, taucht letztere unter Wasser und zieht dann den Finger weg, so bleibt das Wasser in der Flasche hangen und man kann nun mittelst gekrümmter Röhren Gase unter die Flaschenmündung leiten und so dieselben nöthigen, in die Flasche aufschnellend und das Wasser derselben herausdrückend, in den abgesonderten meßbaren Raum der unter Wasser zu verschließenden Flasche zu verweilen. Auf ähnliche Weise mit Gasen gefüllte und verschlossene Flaschen, sperrt man gewöhnlich dadurch, daß man noch etwas von der sperrenden Flüssigkeit (dem kalten oder heißen Wasser oder Merkur ꝛc.) in der Flasche läßt, bevor man sie innerhalb derselben Flüssigkeit verschließt (zustöpselt) und die Flasche in verkehrter Stellung (auf dem Stöpsel stehend) aufbewahrt. Das Gefäß welches die sperrende Flüssigkeit enthält von der die Flaschenmündung beim Auffangen des Gases umgeben ist, heißt eine pneumatische Wanne, und die Wahl der diese Wanne (bis über der zugehörigen, mit nach unten geöffneten Trichtern versehe-

nen, beweglichen Brücke) füllenden Sperrflüssigkeit, richtet sich nach der Natur des Gases. Ist dasselbe in kaltem Wasser löslich, während es vom heißen wenig oder gar nicht aufgenommen wird (z. B. kohlensaures Gas, Schwefelwasserstoffgas) so wählt man zum Sperren ein Wasser von einer so hohen Temperatur, als es die Umstände nur irgend zulaßen; wird es aber sowohl von heißem, als von kaltem Wasser gelöst, so fängt man es unter Merkur in zuvor mit Merkur gefüllten, in laufendem Merkur umgestürzten Flaschen auf (z. B. salzsaures Gas, schweflichtsaures Gas, flußsaures Gas). Oftmals reichen auch salzige Beimischungen des Waßers zur Verminderung der Gasverschluckung hin; so fängt man z. B. ohne merklichen Verlust Chlorgas unter möglichst heißem, zuvor mit salzsaurem Kalk gesättigtem Wasser auf. Vergl. a. a. O.

5) Die wesentlichen Theile der von Otto von Guerike (weiland Bürgermeister zu Magdeburg) 1650 erfundenen, späterhin bis auf die neuesten Zeiten mehr und mehr verbesserten, und veränderten Luftpumpe (vergl. m. Grundr. d. Experimentalphys. §. 84. u. ff.) sind 1) der (oder die) Stiefel (gemeinhin genau ausgebohrte gegossene messingene Hohlcylinder) 2) der (oder die) Kolben (gewöhnlich ein aus — mit Schweinefett oder Oel und Talg getränkten, zwischen zwey Metallscheiben zusammengepreßten und abgedrehten Lederscheiben bestehender solider Cylinder, der in dem Stiefel genau schließend auf und nieder bewegt werden kann) dessen Stange gemeinhin gezähnt ist, so daß durch Eingreifen eines mit einer Kurbel oder einer Winde an einer Axe befindlichen Sternrades, der von den Händen des Auspumpers gegen die Handhaben gerichtete Druck (gemäß den Gesetzen des Hebels §. 63. Bem. 6.) gegen die Kolbenstange mindestens 4 mal verstärkt wirksam ist, 3) die wohlabgeschliffenen messingenen oder gläsernen Teller mit denen darauf zu stellenden; oben abgerundet gewölbten Glasglocken, von hinreichend dikkem Glase (gewöhnlich die Recipienten genannt) 4) die Verbindungsröhre (Communicationsröhre) welche den Innenraum des Stiefels mit der Oberfläche des Tellers und dadurch mit dem Innenraum des Recipienten in nach Aussen abgeschlossene Luftverbindung setzt, 5) die Hähne welche die Innenverbindung der eben bemerkten Röhre abwechselnd sperren und wieder zu laßen, je nachdem sie von dem Experimentator gedreht werden und 6) die Hähne oder Ventile, durch welche der Luft der Durchgang durch den Stiefel nach der einen Richtung gestattet und nach der entgegenliegenden versagt wird. Vor dem Gebrauche der Luftpumpe tröpfelt man etwas Oel in den Stiefel theils um den Kolben luftdicht einzupassen, theils um ihn beweglicher zu machen. Hahnpumpen können auch zum Verdichten (durch Hineinpumpen äusserer Luft in den schon luft-

vollen Recipienten) oder als sog. Compressionspumpen benutzt werden; die Ventilpumpen sind hingegen gewöhnlich entweder nur zum Verdünnen oder nur zum Verdichten der Luft geeignet. Verdichtungspumpen kannte man schon vor Erfindung der Verdünnungspumpe. Beispiele derselben gewähren die Pumpe der gewöhnlichen Windbüchse und der Windkessel unserer zweistiefligen Feuerspritze (die Feuersbrunst löscht das Wasser, sofern es theils als tropfbare Masse, theils durch die Hitze in Dampf verwandelt den Luftzutritt verhindert, was nur bei unausgesetzter Wirkung des Wasserstrals möglich ist) mit ihrer an die Springröhre der Compressionsfontaine (des Windkessels) angeschraubten Spritze, deren Stelle zweckmäßiger der lederne oder hänfene Schlauch vertritt, weil das Wasser in demselben zu größeren Höhen steigt (§. 74. Bem. 9.) und mit ihrem Hahn (durch dessen Oeffnen der Wasserstral von der in Ausdehnung beharrenden, zuvor in einen engeren Raum zusammengepreßten Luft des Windkessels ununterbrochen herausgetrieben wird, nachdem zuvor die Luft durch dasselbe, in die Seitenröhren mittelst der beiden Druckpumpen getriebene Wasser zusammengedrückt worden war). Die Spritze ist eigentlich eine Druckpumpe mit kurzer Steigröhre und kleiner Oeffnung. Die Druckpumpen oder Druckwerke unterscheiden sich von den Saugpumpen vorzüglich dadurch, daß der Kolben derselben undurchbohrt ist, während ganz unten aus der Kolbenröhre (oder aus dem Boden) die meist aufwärts gekrümmte Steigröhre ansteigt, deren Druck-Ventil sowohl der Luft als auch dem Wasser (durch Oeffnen nach Oben) das Ausfließen gestattet, denselben hingegen das Einfließen versperrt, weshalb sich der Stiefel unter dem Kolben sammt der Saugröhre, während des Aufhebens des Kolbens mit Wasser fülle, beim Herabgehen hingegen sich das Saugventil schließt, indem sich — durch den vom Kolben gegen das Wasser ausgeübten Druck — das Druckventil für das durch den Druck hinauf getriebene Wasser öffnet. Bei den mit Flußwasser gespeisten Wasserkünsten hebt gewöhnlich ein zweistiefliges Druckwerk das Wasser in einen unter dem Dache des sog. Kunstthurms vorhandenen Wasserbehälter, von wo aus dann das Wasser fallend die Springbrunnen füllt, und aus denselben wieder ansteigt; §. 80. Bem. 3.

6) Ueber die Einrichtung verschiedener Hahn- und Ventil-Luftpumpen s. m. Experimentalphys. a. a. O. — Um im luftverdünnten Raume Bewegungen zu veranstalten, dienen die Spindelglocken, mit ihrer oberen in Messing gefaßten Oeffnung, nebst darin gehaltener Lederbüchse (d. i. von einer cylindrischen Messingstange nach Richtung ihrer gemeinschaftlichen Axe durchbohrte kreisrunde, mit Fett getränkte Lederscheiben) und deren oberen Oelbehälter. Vergl. Gehl. Wörterb. Art. Luftp.

Das Fett und Oel vermittelt die Möglichkeit die Messingstange d. i. die Spindel beliebig zu drehen, ohne daß Aussenluft in den Recipienten dringt. Uebrigens ist der Kolben der Ventil-Luftpumpe wie bei der Saugpumpe unten durchbohrt und mit einem Ventil versehen: welches der aus dem Recipienten nachgeflossenen Luft nur den Austritt in die umgebende freie Luft, aber nicht den Rücktritt in die Verbindungsröhre gestattet, indem beim Wiederniederstoßen des zuvor aufgehobenen Kolben, die zuvor verdünnte nun aber durch Zusammendrücken mehr als die freie Luft verdichtete aufgesogene Luft, das Kolbenventil hebt und durch dasselbe entweicht. Gewöhnlich haben die Ventilpumpen zwei Stiefel, deren jeder mit einem Kolbenventile versehen ist und mit dem Verbindungsrohr zusammen hängt. Während der Kolben des einen Stiefels gehoben wird, senkt sich durch denselben (oben beschriebenen) Mechanismus der zuvor gehobene Kolben des andern Stiefels nieder, und umgekehrt. Bei älteren Luftpumpen findet sich zwischen der möglichst tief herabgegangenen Kolbenunterfläche und dem Stiefelboden, desgleichen zwischen dem Bodenventil und dem Kolbenventil ein nicht mit Kolbenmasse ausgefüllter, stets lufthaltiger und darum sog. schädlicher Raum; in neueren Luftpumpen ist dieser Raum ganz vermieden. — Da man in neueren Zeiten die Verdünnungsluftpumpen nicht nur zu wissenschaftlichen Zwecken, sondern auch zu gewerblichen Anwendungen benutzt hat (vergl. D. Gewerbsfr. III. S. 25. ff.) so ist möglichste Wohlfeilheit von dergleichen Apparaten um so mehr etwas sehr Wünschenswerthes; gußeiserne Stiefel, Teller und Röhren, die man von Aussen durch Ueberfirnissen, von Innen durch Ueberzinnung oder durch leichter gelingende, aber minder dauerhafte Ueberkupferung (mittelst in Wasser gelöstem schwefelsaurem Kupfer) gegen Oxydation und Fettangriff schützte, würden die Preise der gewöhnlichen Luftpumpen merklich herabstimmen, und grüngläserne Recipienten die theuren weißgläsernen vortheilhaft vertreten.

7) Damit der Rand des Recipienten luftdicht schließe, pflegt man den Teller der Luftpumpe mit wäßrigfeuchtem, besser mit durch Fett getränktem Leder zu belegen; indeß erzeugt sich dadurch Wasserdampf oder Fettdampf, der theils die Verdünnung weniger weit treiben läßt, theils bei manchen (chemischen) Versuchen hinderlich ist; besser ist es daher, Teller-Oberfläche und Recipienten-Rand so abzuschleifen, daß sie ohne Zwischenmittel genau und luftdicht auf einander passen.

8) Ist der durch Aufziehen des Kolben zu bildende leere Raum und der Raumsinhalt des hohlen Theils der Verbindungsröhre und des Recipienten bekannt, so läßt sich berechnen, in welchem Verhältniß durch Auspumpen (mittelst der Verdünnungspumpe) die Verdünnung, und durch Einpumpen (mit Hülfe der Verdich-

tungspumpe) die **Verdichtung** zunimmt. Es betrage z. B. in einer Verdünnungspumpe ohne schädlichen Raum der durch vollkommenes Aufziehen des Kolben im Stiefel entstandene leere Raum 24 Kubikzoll, der Raumsinhalt des hohlen Theils der Verbindungsröhre und des Recipienten 36 Kubikzoll, so muß die Verdünnung der Luft dieser letztgenannten Hohlräume bei jedem Kolbenzuge zunehmen im Verhältniß von 36 zu 36 + 24 d. i. wie 36 : 60 oder wie 3 : 5, so daß also nach dem ersten Kolbenzuge die Verdünnung der Luft = $^5/_3$ ihrer vorigen Dichte, nach dem zweiten = $^5/_3 \cdot {}^5/_3$ = $^{25}/_9$ ꝛc. der ursprünglichen Dichte beträgt. Man mißt die bewirkte Luftverdünnung am besten mittelst der **Barometerprobe**, d. i. mittelst eines kleinen Barometers, dessen offener Schenkel etwas länger als der geschlossene, ganz mit Merkur gefüllte, mit einem Hahne versehen und dadurch mit dem Innenraum des Recipienten beliebig in Verbindung zu setzen ist, während die ganze Höhe beider senkrecht parallel stehenden Schenkel nur einige Zolle (gewöhnlich nur 6 bis 8 Zoll) beträgt; vergl. m. Experimentalphys. a. a. O. Ueber das Verfahren die Verdichtung durch Einpumpen verdichteter Luft zu messen, s. ebendas. —

9) Folgende Uebersicht enthält die am meisten merkenswerthen Versuche mit der **Verdünnungsluftpumpe**; vergl. a. a. O. S. 357. ff.

Namen der zu den Versuchen gehörigen Geräthe.	Einrichtung des Versuchs.	Erscheinungen, welche der Versuch darbietet.	Naturgesetz, welches der Versuch erläutert oder bestätigt.
1) Eine möglichst leichte blasenfreie, 8 bis 12 Zoll Durchmesser habende **Glaskugel** (oder eine aus **dünnem** Kupferblech getriebene **Metallkugel**) deren röhrenförmige Oeffnung durch einen Hahn verschliessbar ist. (Eine mit sehr verdünnter Luft gefüllte Glaskugel, zerschmettert gefahrvoll für die Umstehenden durch leisesten Stoß, Schlag z. B. durch Auffallen von etwas Kalk der Zimmerecke).	Wird bei geöffnetem Hahn mit der Röhrenmündung auf die Oeffnung des Tellers der Pumpe (mit Hülfe zwischen gelegter, gefetteter Lederscheibe, **luftdicht** angeschraubt, und durch einige Kolbenzüge hinsichtlich des Luftgehalts verdünnt, darauf durch Drehen des Hahns verschlossen, dann abgeschraubt, statt der Schaale an den einen Arm einer guten Wage gehangen, und durch Gegengewichte der anderen Schaale ins Gleichgewicht gebracht.	Nachdem die ausgepumpte Kugel an der Wage in's Gleichgewicht gebracht worden, öffnet man den Hahn; die Aussenluft dringt zischend ein und die Kugel senkt sich merklich, das Gleichgewicht der Wage zu Gunsten des mit ihr verbundenen Arms des Wagebalkens aufhebend.	Beweißt, daß die Luft eine **schwere**, **wägbare** Substanz ist.

Namen der zu den Versuchen gehörigen Geräthe.	Einrichtung des Versuchs.	Erscheinungen, welche der Versuch darbietet.	Naturgesetz, welches der Versuch erläutert oder bestätigt.
2) Eine ebene Glasplatte,	Werde mittelst etwas Baumwachs auf einen an beiden offenen kupfernen Cylinder so befestigt, daß sie die obere Oeffnung des Cylinders schließt, während dessen unterer Rand auf den Teller der Pumpe luftdicht gestellt worden.	Sie zerspringt, nach wenigen Kolbenzügen in viele, strahligvom Mittelpunkte auslaufende Bruchstücke;	Wodurch die Wirkung des einseitigen Luftdrucks erläutert wird.
3) Statt der Glasplatte dient eine den kupfernen Cylinder an einem Ende verschließende Schweinsblase.	Nachdem die feuchte, luftdicht an den Rand mittelst eines Messers fest angestrichene und mittelst eines Fadens angebundene Blase trocken worden, wird der Cylinder ausgepumpt.	Nach wenigen Kolbenzügen zerreißt die Blase mit heftigem Knall, nachdem sie zuvor nach unten zu merklich eingebogen worden.	Ein Heber u. eine kleine Saugpumpe, welche den Apparaten zur Luftpumpe beigegeben zu sein pflegen, und die unter der Spindelglocke in Wirksamkeit gesetzt werden, beweisen — indem ersterer (wenn er z. B. mit Merkur gefüllt war, sehr bald, wenn er Wasser enthielt, erst bei sehr beträchtlicher Luftverdünnung) zu fließen aufhört, und in dem in der letztern, wenn die Luft bis 6' Barometerstand ausgepumpt worden, das Wasser nicht mehr volle 7' hoch durch Saugen gehoben werden kann — daß der Druck, den die Luft (gemäß ihrer Spannung) ausübt, die Ursache des Hangenbleibens des Merkurs in der Barometerröhre, des Aufsteigens des Wassers in der Saugpumpe und des Fließens des Wassers oder Weins rc. im Heber ist.
4) Zwey metallene, (sog. Guerikesche) Halbkugeln, die mit ihren Rändern genau auf einander schließen, und deren eine mit einem Hahne, (nach Art des Hahns der Glaskugel des ersten Versuchs) versehen ist, während ausserhalb an der anderen ein Ring zum Anhängen von Gewichten befestigt worden).	Die Ränder werden zur Verhüthung des Eindringens der Aussenluft mit Fett bestrichen, aufeinander gepaßt und die nun ganze Kugel mit der Hahnröhrenmündung, wie im 1sten Versuch aufgeschraubt, ausgepumpt, der Hahn verschlossen und abgeschraubt.	Es werden beträchtliche Gewichte erfordert, um die Halbkugeln auseinander zu reißen, die hingegen nach Zulassung der Aussenluft, durch Oeffnen des Hahns, leicht aus einander gezogen werden können.	
5) Ein Barometer der Luftpumpe.	Der Hahn welcher das offene Ende des kürzeren Schenkels mit dem Innenraum des Recipienten verbindet, wird für diesen Raum geöffnet und darauf die Luft unter dem Recipienten verdünnt.	Das Merkur fällt in der Barometerröhre, in dem Maaße, wie die Luftverdünnung zunimmt; steigt hingegen, so wie die Aussenluft wieder freien Zutritt erhält.	

Namen der zu den Versuchen gehörigen Geräthe.	Einrichtung des Versuchs.	Erscheinungen, welche der Versuch darbietet.	Naturgesetz, welches der Versuch erläutert oder bestätigt.
6) Eine kleine, schlaffe, festzugebundene, luftdichte Kalbsblase,	Lege man so unter den Recipienten, daß sie die Röhrenmündung des Tellers nicht bedeckt.	Sie wird mehr und mehr aufschwellen, in dem Maaße, als die Luftverdünnung durch fortgesetztes Auspumpen zunimmt, hingegen augenblicklich zusammenfallen, so wie man wieder Luft hinzuläßt.	Beweißt sowohl die durch einseitig wirkenden Luftdruck bewirkte Bewegung, als auch die Ausdehnsamkeit der Luft.
7) Ein bis zu ²/₃ seines Rauminhalts mit Wasser gefüllter gläserner Heronsball (oder in Ermangelung desselben, ein Arzneyglas, das bis zu ²/₃ seiner Höhe mit Wasser gefüllt worden, und in welches man eine an beiden Enden offene Glasröhre, welche mit ihrem unteren Ende nicht völlig bis zum Glasboden reichend, senkrecht stehend innerhalb der Glasmündung mit Siegellack befestigt ist).	Stelle man unter den auszupumpenden Recipienten	In dem Maaße wie die den Heronsball umgebende Luft des Recipienten verdünnt wird, dehnt sich die Innenluft des Heronsballs aus, das Wasser zur Röhre in Form eines Strals hinaustreibend.	— —
8) Glas mit Wasser, desgleichen verschiedene Wasserhaltige Gläser, in welche Stückchen Metall, Glas, Stein, mit Bley beschwertes Holz oder Kork gelegt worden.	— —	Mit jedem neuen Kolbenzuge entsteigen dem Wasser und den darin liegenden Körpern Luftbläschen in großer Zahl, die Oberflächen der im Wasser liegenden Körper zunächst überziehend. Ist das Bleigewicht des Korks nicht zu schwer, so wird er durch die Luftbläschen gehoben.	— —

Namen der zu den Versuchen gehörigen Geräthe.	Einrichtung des Versuchs.	Erscheinungen, welche der Versuch darbietet.	Naturgesetz rc.
9) Mit Bley beschwerte Holzstückchen	Werden solange in der fortdauernd verdünnten Recipientenluft gelassen, bis die Entwickelung der Luftbläschen sich merklich mindert; man stellt hierauf die Verbindung des Innenraums des Recipienten mit der Aussenluft her, und befreit das Holz von seinem Senkgewicht	Das Holz wird nun nicht auf dem Wasser schwimmen, sondern, indem die Stelle der entwickelten leichtmachenden Luft durch nachgedrungenes Wasser ersetzt ist, unter Wasser liegen bleiben, weil es specifisch schwerer ist, als luftentleertes Wasser.	— —
10) Eine an seiner Schalenspitze also durchlöchertes Ey, daß das Häutchen desselben unverletzt geblieben ist.	Man hängt es unter dem Recip. über ein Gefäß auf, mittelst einer kleinen (den Luftpumpapparaten beigegebenen) Zange, und verdünnt die Luft.	Die in dem frischen Eye zwischen der Schale und dem Häutchen befindliche Luft, treibt während des Auspumpens das Eyweiß sammt dem Dotter zur Schale heraus; beim Wiederzulaßen der Luft, treten beide wieder in die Schale zurück.	— —
11) Bis $^1/_4$ gefüllte Gläser mit Flaschenbier, oder statt dessen mit Sauerteig u. Wasser, oder mit gepulverter Kreide und Essig.	Wie im 7) Versuch behandelt	Bilden Luftblasenschaum, der bei hinreichend fortgesetztem Auspumpen das Glas füllt, und dessen Luft das aus den bemerkten Substanzen entbunden werdende kohlensaure Gas ist; vergl. S. 53.	— —
12) Gläschen, welche bis zu $^2/_3$ mit heißem Wasser, oder heißer Milch, oder warmen Weingeist, gefüllt sind, oder ein kleines offenes Arzneygläschen mit $^1/_2$ bis 1 Quentchen Aether (Schwefeläther).	Werden in nacheinander folgenden Versuchen, eins nach dem andern, unter den Recipienten fest gestellt, worauf man diesen schnell auspumpt.	Die Flüssigkeiten werden zum Sieden gelangen, in dem Verhältniß wie die auflastende Verdampfung erschwerende Luft mehr u. mehr verdünnt wird. Dem wirklichen Aufwallen wird das scheinbare durch Entweichung von Luftbläschen erzeugte Sieden des kalten Aethers voran gehen. Das Sieden wird beim Wiedereintritt der Luft aufhören, indem sich der unter dem Recipienten als ausdehnsame unsichtbare Flüssigkeit vorhanden gewesene Dampf, als sichtbarer Innenbeschlag des Recip. niederschlägt. Die noch übrigen Flüssigkeiten werden nun merklich, u. der noch rückständige Aether sehr kalt sein.	Vergl. S. 34 ff. §. 21. 22.; S. 42 Bem. 12. u. weiter unten Cap. V.

Namen der zu den Versuchen gehörigen Geräthe.	Einrichtung des Versuchs	Erscheinungen, welche der Versuch darbietet.	Naturgesetz, welches der Versuch erläutert oder bestätigt.
13) Drei in einander gesetzte enge oben offene Cylindergläschen, von denen das mittlere mit *Wasser*, das Innere und das Aeussere hingegen mit kaltem Aether bis zur Hälfte gefüllt ist	Werden wie im vorigen Versuch behandelt.	Der schnell verdampfende Aether entwärmt das zwischen ihm befindliche Wasser bis zum *Gefrieren*. (Ist das Zimmer worin experimentirt wird hinreichend kalt, und hat man den Aether sammt den Gläsern vor dem Versuche in Schnee möglichst abgekühlt, so gefriert bei schnellem Pumpen selbst *Merkur*, wenn dasselbe statt des Wassers das Mittgläschen füllt).	(Vergl. auch den deutsch. Gewerbsfreund III. S. 25.)
14) Ein von Aussen trocknes hohes Cylinderglas mit *Wasser*, das nur den 10ten Theil desselben füllt, und neben ein weiteres eben so hohes Zuckerglas gesetzt worden ist, welches zuvor nur so weit mit *concentrirter Schwefelsäure* gefüllt worden, daß dieselbe den Glasboden 1/4 Zoll hoch bedeckt.	Werden unter dem Recip. feststehend der Luftverdünnung preis gegeben.	Der entstehende Wasserdampf wird ununterbrochen von der Schwefelsäure eingesogen, so daß einmal ausgepumpt, die entstandene Leere des Recipienten sich wieder von selbst nacherzeugt, und Dampfungs beschleunigend wirkt, wodurch endlich, in Folge der durch die Dampfbildung erzeugten Kälte, das Wasser gefriert.	
15) *Glühender Eisendraht* (oder über einer Weingeistflamme zum Glühen gebrachter *Platindraht*).	Mittelst einer kleinen Zange an die Spindel der Spindelglocke schwebend befestigt	*Bleibt* in der verdünnten Luft weit *länger glühend*, als in der unverdünnten	Gemäß der mit der Luftverdünnung *verminderten Wärmeableitung*.
16) Ein *Flintenschloßfeuerzeug*, dessen Pfanne etwas Lumpen-Zunder oder etwas *Schießpulver* enthält.	Mittelst der gegen die Feder niederzustoßender Spindel wird der eingeklemmte Feuerstein zum Anschlagen gegen den Stahl gebracht.	Der Stahl giebt weder sprühende noch zündende, sondern nur *matt leuchtende* Funken.	Weil die losgeschlagenen Stahltheilchen aus *Mangel an Luft* nicht zum Verbrennungsglühen kommen; sie zünden daher weder den Zunder noch das Schießpulver; vergl. S. 50. u. Cap. VIII.

Namen der zu den Versuchen gehörigen Geräthe.	Einrichtung des Versuchs.	Erscheinungen, welche der Versuch darbietet.	Naturgesetz, welches der Versuch erläutert oder bestätigt.
17) Eine brennende Wachskerze	Unter den auszupumpenden Recip. gestellt	Erlischt, wegen Mangel an Luft (oder vielmehr wegen Mangel an dem zum Verbrennen erforderlichen Sauerstoff der Luft (S. 50 u. ff.) nach einigen Kolbenzügen. (Ein unter den Recip. gebrachter kleiner Vogel, fällt scheintodt und stirbt bei fortgesetztem Luftverdünnen, oder wenn er hinreichende Zeit in der sog. Leere gelegen).	Beweißt, daß Luftzufluß zum Verbrennen (wie zum Athmen) erforderlich ist.
18) Ein an beiden Enden offener, starker, nicht zu weiter Glascylinder, dessen oberes Ende mit dem Weichen der gegengedrückten Hand verschlossen worden ist.	Nachdem er die Röhrenmündung des Tellers einschließend auf denselben gestellt worden ist, und einige Kolbenzüge gethan worden	Läßt den ihn bedeckenden Theil der Hand als mit Blut unterlaufen erscheinen. (Auf ähnliche Weise wie beim Anheben der Wirkung der Schröpfköpfe).	Vermöge des einseitigen Luftdrucks (der beim Tödten der Thiere in der Leere die Blutgefäße zerreißen macht.)
19) Frisches Fleisch	In die zu bildende sog. Leere gebracht	Trocknet aus, und könnte Jahre lang liegen ohne zu faulen	Weil zur Fäulniß Luftzufluß u. Feuchtigkeit erfordert werden.
20) Ein kleines Guerikesches Manometer	Welches man unter den Recipienten gesetzt hatte.	Zeigt durch Senken der Glaskugel sehr bald	Daß dieselbe an Uebergewicht zunimmt, in dem Verhältniß, als die Luftverdünnung wächst.
21) Die Vorrichtung zur Veranschaulichung des Luftwiderstandes, bestehend aus zwei neben einander in Spitzen laufenden Windrädern mit 4eckigen Flügeln.	Die Flügel werden so gestellt, daß die an dem einen Ende zu befestigenden die Luft in Richtung der scharf. Ränder durchschneiden, während die des anderen Endes mit den Flächen senkrecht gegen die Luft schlagen. Eine gespannte, durch Stoß mit der Spindel loszuschlagende Feder, setzt sie in Bewegung, nachdem der Recipient ausgepumpt worden	Beide Flügel bewegen sich gleiche Zeiten hindurch; verbrauchen hingegen — bei Wiederholung des Versuchs in der freien Luft ungleich große Zeiten, indem die mit der Schärfe gegen gerichteten Flügel länger umtreiben, als die mit der Fläche gegen stehenden.	Beweißt im ersteren Falle, daß mit der Verdünnung der Luft auch ihr Widerstand schwindet; im letzteren, daß jener der unverdünnten Luft wirkt, gemäß des S. 86. Bem. 4. entwickelten Gesetzes.

Namen der zu den Versuchen gehörigen Geräthe.	Einrichtung des Versuchs.	Erscheinungen, welche der Versuch darbietet.	Naturgesetz, welches der Versuch erläutert oder bestätigt
22) Der 3 bis 4 Fuß hohe zu dem sog. Fallversuch eingerichtete Cylinder.	Nachdem man neben einander ein Goldstück u. eine Flaumfeder eingeklemmt hatte, wird leer gepumpt. Man öffnet hierauf die einklemmenden Zangen durch Bewegung der in einer Lederbüchse gehaltenen Spindel des Cylinders.	Goldstück und Flaumfeder durchfallen gleichzeitig den 3 bis 4 Fuß hohen Innenraum des Cylinders; hingegen ungleichzeitig, wenn wieder Luft zugelaßen worden.	Vergl. auch S. 137. Bem. 15.
23) Ein kleines Schlagwerk, das, wenn es aufgezogen worden, einen Hammer lange Zeit hindurch gegen eine Glocke schlägt	Wird auf Baumwolle ruhend auf den Teller gestellt, nachdem es zuvor aufgezogen worden, der Recip. darüber gestürzt und ausgepumpt.	Mit Zunahme der Luft Verdünnung mindert sich der Schall und schwindet endlich ganz.	Vergl. S. 93. Bem. 5.
24) Ein Cylinder wie im 18ten Versuch, der oben durch eine genau aufliegende, dünne hölzerne Schale so bedeckt ist, daß die Vertiefung der Schale nun etwas in den Cylinder hinabreicht.	Man bestreicht den Cylinder Rand mit etwas Fett, setzt die Schale darauf, und füllt sie mit laufendem Merkur, setzt eine an der Seite durchlöcherte eiserne Hülse über die Röhrmündung des Tellers nachdem man letztern zuvor mit Leder, oder mit einer in ihrer Achse durchbarten, flachen Glasschale bedeckt hatte, stürzt noch einen Florschirm über die Eisenhülse (um zu verhüthen, daß Merkur in die Pumpe kommt) und pumpt nun den Cylinder aus.	Wenige Kolbenzüge reichen hin, das Merkur in Gestalt eines Regens (Quecksilberregen) durch das Holz zu treiben. Hierauf gründet die Einrichtung von der sogen. Luftpresse. d. Gewerbsfr. III. S. 22.	Wie beim 6ten u. 8ten Vers.

Namen der zu den Versuchen gehörigen Geräthe.	Einrichtung des Versuchs.	Erscheinungen, welche der Versuch darbietet	Naturgesetz, welches der Versuch erläutert oder bestätigt.
25) Der beim 22ten Vers. benutzte Cylinder, statt der Lederbüchse und Spindel mit einer Bodenplatte versehen, in welche eine hohle an der Seite durchlöcherte Messingspitze eingeschraubt werden kann, während gegenüber am Boden des Cylinders eine ähnliche Spitze oder ein aus mehreren Spitzen bestehender sogen. Stern eingeschraubt worden ist.	Wird leer gepumpt, und mit dem geladenen Conductor einer Elektrisirmaschine in leitende Verbindung gesetzt, so daß die Elektricität durch die Metallplatte und deren Innenspitze in den leeren Cylinder übergeführt werden kann, und dann im Dunkeln beobachtet.	Die Elektricität ergießt sich in langen, sich in den Cylinder verbreitenden sichtbaren Strahlen.	Beweißt, daß bei vermindertem Luftwiderstande die Elektricität sich ausdehnend fortbewegt; S. 47. Bem. 4. und Cap. VII.

10) Aehnliche Bewegungen als in den vorhin beschriebenen Versuchen die Druckgewalt der unverdünnten Aussenluft gegen jene der verdünnten Innenluft des Recipienten hervorbringt (in deren Folge dieser so stark gegen den Teller getrieben wird, daß er sich gegen eine gewöhnliche, nicht sehr beträchtliche Schiebgewalt als unbeweglich verhält) laßen sich auch umgekehrt mit Hülfe der **Verdichtungspumpe** von Seiten der unter deren Recipienten verdichteten Innenluft (deren Verdichten bis zur Zersprengung des Recipienten führen kann, und daher Vorsicht heischt) gegen die unverdichtete Aussenluft bewirken. Auf gleiche Weise wie in solchen Fällen (vgl. Bem. 6.) die verdichtete Luft wirkt, so wirken auch a) alle durch Zusammenpressung oder Einpumpung verdichteten Gase, so lange sie durch die Verdichtungsgewalt ihren Gaszustand noch nicht verlohren haben, und ebenso auch b) alle eingeschlossenen Gase, deren Ausdehnsamkeit durch **Erhitzung** vermehrt worden ist. Beispiele für a) gewähren die **Compressionsfontaine** mit atmosph. Luft oder auch mit Wasserdampf (ist — bei 28″ Barometerstand — die Luft in ihr 4mal dichter als die Aussenluft, so müßte ein aus derselben entsteigender Wasserstral, im **ersten Steigmoment** eine Höhe von $3 . 31^2/_3 = 95$ Fuß erreichen, wenn nicht die §. 80. Bem. 3. erwähnten diese Höhe Hindernisse um 19 bis 20 Fuß verminderten); der **Heronsbrunnen** (dessen oberer einem Heronsball ähnelnder Kasten mit Wasser gefüllt ist, und der zum Springen gebracht wird, indem durch

Füllen des über dem Kasten befindlichen offenen Gefäßes, und der damit zusammenhangenden offenen, senkrecht in den unteren Luftkasten reichenden Röhre, die Luft des unteren Kastens und des 2ten mit dem Heronsball communicirenden Rohres, gemäß der senkrechten Druckhöhe des Wassers der ersten Röhre zusammengepreßt und als solche gegen das Wasser des nun zu öffnenden Heronsballs getrieben wird, welches daher mit einer der Zusammenpressung der Luft entsprechenden Steigkraft zur Springröhre des Heronsballs heraustritt); der doppelte Heronsbrunnen (der durch Umkehren, nach beendetem Herausspringen des Wassers und darauf erfolgter Schließung des Springrohrs durch einen Hahn, in dem unteren — nun mit Wasser gefüllten — Kasten, einen zweiten Heronsball besitzt); der einfache Kirchersche Brunnen (ein Heber, dessen kürzerer Schenkel in ein in Gestalt eines Kastens angebrachtes Wassergefäß reicht, während in einem zweiten Wasserbehälter, die Verdünnung der Luft in der über diesem Behälter befindlichen Glasglocke durch Herabsinken des Wassers bewirkt wird); Kircher's zusammengesetzter (aus der Verbindung des Heronsbrunnens mit dem einfachen K'schen Brunnen gebildeter) Brunnen mit Storch und Schlange, wo ersterer das von der letzteren ausgespieene Wasser einsaugt; die Wirkung der gewöhnlichen Windbüchse (mit comprimirter Luft); die Knall- oder Bällerbüchsen der Kinder, das gemeine Blasrohr (welches durch das Blasen mit dem Munde getrieben wird); das flintenförmige Blaserohr (dessen Luft aus einem kleinen Blasebalg in Folge des Drucks einer Feder einströhmt) und sämmtliche Gebläse. — Für b) gewähren die Dampfmaschienen mit den gewaltigen und in unserer Zeit so mannichfach benutzten Wirkungen ihrer stark erhitzten Wasserdämpfe die passendsten Beispiele.

11) Um die Geschwindigkeit zu finden, mit welcher Luft bläst, d. h. als verdichtete — und daher größere Gegendrucks Dehnsamkeit (Spannung) besitzende, mithin als Wind in einen leeren Raum strömt (einwehet) denkt man sich, statt der ausdehnsamen und als solche ungleich dichten ströhmenden Luft: eine unelastische Flüssigkeit, von einer durchgängig gleichen, der Dichte des ohnfern der Ströhmungsöffnung gegebenen Windes gleichkommenden Dichtigkeit, berechnet die Höhe, die sie haben müßte, um an der Oeffnung lediglich durch ihr Gewicht so stark zu drücken, als die Luft ohnfern der Oeffnung vermöge ihrer Spannung wirklich drückt, und aus der gefundenen Höhe die Endgeschwindigkeit, die einem Körper zu Theil geworden sein müßte, wenn er diese Höhe ungehindert durchfallen wäre. Ströhmt hingegen verdichtete Luft zur engen Oeffnung hinaus in die freie der Umgebung (oder letztere in einen verdünnte Luft enthaltenden Re-

cipienten) so wird die Ausströhmungsgeschwindigkeit z. B. eines Blasebalgs (oder die Einwehungsgeschwindigkeit z. B. der in den Recipienten fließenden Aussenluft) bedingt sein durch den Unterschied der Spannungen und der Dichten beider (der mehr und der weniger drückenden) Lüfte und durch die Größe der Oeffnung. Angenommen letztere sey sehr klein, so wird die Geschwindigkeit gefunden, durch Berechnung a) jener Höhe, welche eine (als überall gleich dicht anzunehmende) Luftsäule von der Dichte der ausströhmenden Luft besitzen müßte, wenn dieselbe lediglich durch ihr Gewicht genau so stark gegendrückte, als der Spannungsunterschied beider (zu beiden Seiten der Oeffnung befindlichen) Lüfte beträgt, und b) der zu dieser gefundenen Höhe gehörigen Endgeschwindigkeit eines dieselbe frei durchfallenden Körpers. Erhöhung des Barometerstandes, wenn dieselbe nicht mit merklichen Aenderungen der Luftfeuchte und Luftwärme verbunden ist, ändert die Aus- oder Einblasungsgeschwindigkeit nicht, denn mit der vermehrten Spannung, wächst auch die der Luft, daher bleibt die Höhe einer gleich dichten Luftsäule auch dieselbe; Vermehrung der Wärme bei ungeändertem Drucke vergrößert hingegen die Höhe und mithin auch die Blasungsgeschwindigkeit, weil sie die Dichte der Luft mindert. Young's Versuchen zufolge bläßt eine 10 mal dichtere Luft durch eine kleine Oeffnung in die freie Luft mit einer anfänglichen, ohnfern der Oeffnung wirkenden Geschwindigkeit von 9.1216 par. Fuß (wo 1216 par. die Endgeschwindigkeit einer Fallhöhe von 24488 par. ist, welche letztere der senkrechten Höhe einer Luftsäule entspricht, von welcher bei 28′ Barometerst. 76,5 par. einer Merkursäule von 1″ par. das Gleichgewicht hält; vergl. §. 93. Bem. 1.) und demselben Beobachter zufolge, findet bei dem Ausströhmen verdichteter Luft eine ähnliche Zusammenziehung des Luftstrals statt, als beim Wasser (§. 80. Bem. 3.) so daß jene Geschwindigkeitsbestimmungen eigentlich von der Entfernung dieser größten Zusammenziehung von der Oeffnung gelten; Gilbert's Ann. XXII. 250 und 286.

12) Denken wir uns den Heronsball des Heronsbrunnens (oben Bem. 10.) mit Luft gefüllt, so wird dieselbe durch das fallende Wasser zusammengedrückt zur Springröhre als verdichtete Luft auswehen und so eine Vorrichtung darstellen, die bei veränderter Lage des Luftbehälters als Gebläse dienen könnte. Hieher gehört die Einrichtung und Wirkung der sog. Wassertrommel (Gilbert's Ann. XXVIII. 377., die des Gasometers (s. m. Einleit. in d. n. Chem. S. 130 ff.) und die des hydrost. Blasebalgs (oben §. 80. Bem. 4.). Ueber die Einrichtung des einfachen und des doppelten Blasebalgs, der Cylinder-Gebläse, der pyramidalen und der kastenförmigen Gebläse rc. vergl.

C. J. B. Karsten's Hdb. der Eisenhüttenkunde. Halle 1816. 8. I. §. 448–541. Ueber de la Forge's verbesserten (gleichförmiges Blasen gewährenden) Blasebalg: J. J. Prechtl's Jahrbücher d. k. k. polytechnischen Instituts in Wien. Wien 1819. gr. 8. I. 206.

13) Ueber Geschichte der Dampfmaschinen und Bestimmung ihrer Wirkungen nach Pferdekraft; vergl. Gilbert's Ann. Jahrg. 1804. 1. u. 4. St. und Jahrg. 1817. 3tes St. (B. LV. S. 277. u. ff.).

§. 100.

Die strömende (blasende oder wehende) Luft übt einen Stoß aus, und leistet einen Widerstand, welcher gemäß der §. 52 u. §. 53. Bem. 6. erleuterten Gesetze z. B. bei senkrechter Stoßrichtung messungsfähig sein müßte, durch das Doppelte der Druckhöhe einer senkrecht gegen eine ruhende Ebene stoßenden Wassersäule, deren Wirkungsgröße im Verhältniß ihrer Masse und ihrer Geschwindigkeit steht, welche letztere von der Druckhöhe so abhängig ist, wie die Endgeschwindigkeit von der Fallhöhe. Da aber beim Luftstoße vor (und neben) dem Gestoßenen Luftverdichtung eintritt (und umgekehrt beim Hindurchbewegen eines Stoßenden durch die Luft, hinter und neben demselben Luftverdünnung erfolgt) so sind Stoßgewalt und Widerstand der Luft nur auf dem Wege des Versuchs, und bei Winden auf dem der genauen Beobachtung bestimmbar. Prechtl's Versuchen zufolge (Gilbert's Ann. XXIII. 129) gilt als absolutes Maaß des senkrechten Widerstandes der Luft gegen ein auf der Vorder- und der Rückseite von einander parallelen Ebenen begränztes Stoßendes, für Geschwindigkeiten von 2 bis 10 paris. Fuß: das Gewicht einer Luftsäule von durchgängig gleicher, mit jener der gestoßenen Luft übereinstimmenden Dichte, deren Druckhöhe 3,793 mal größer als die Fallhöhe ist, zu der die Geschwindigkeit der bewegten Ebene als Endgeschwindigkeit gehört.

Bem. 1) Borda's Versuchen gemäß verhält sich bei mäßigen Geschwindigkeiten durch die Luft bewegter Körper, der Widerstand der Luft, unter gleichen Umständen, wie das Quadrat der Geschwindigkeit und Hutton's Vers. zufolge ist bei 6 pfündigen, mit einer Geschwindigkeit von 2000 engl. Fuß bewegten Kanonenkugeln der Luftwiderstand dem 100 fachen des Gewichts der Kugel gleich, d. i. um 8 mal größer als er der Theorie gemäß sein

sollte. Bei noch grösseren Geschwindigkeiten, nimmt er wahrscheinlich in noch beträchtlicher wachsenden Verhältnissen zu. (Ueber die Wirkung des Fallschirms, über Luftballons und Luftschiffung ꝛc. vergl. m. Experimentalph. II. Cap. S. 326. ff.).

2) Oertliche Aenderungen in der Spannung der Luftsäulen erzeugen die Winde, deren Ursachen vorzüglich in der ungleichen Erwärmung der Erdoberfläche (sowohl zu gleichen Zeiten für verschiedene Gegenden, als auch zu ungleichen Tages- und Jahreszeiten derselben Orte) in der nicht minder ungleichen Wasserverdampfung und in der Axendrehung der Erde zu suchen sind; die Wirkungen der Ebbe und Fluth betragen, da in der (oberen) Luft kein Gegenstemmen und Anschwellen statt haben kann, nach Laplace an keinem Orte auch nur soviel, daß dadurch die Barometerhöhe um $^1/_4$'' paris: geändert würde.

3) Die oben erwähnten Gesetze der Blasungsgeschwindigkeit finden auf die des Windes keine Anwendung, da bei demselben (beim leisen Wehen und Säuseln, wie beim Sturme und Orkane) die Luft als mehr oder weniger großes Gasvolum an- und gegendrängt; dagegen läßt sich aus der bekannten Stärke des Windes dessen Geschwindigkeit finden. Man schätzt aber die Stärke durch die „Druckgewalt", welche der Wind in senkrechter Richtung gegen Ebenen von bekannter Größe ausübt, und bestimmt diese Druckgewalt, indem man die dazu gehörige Höhe in Wasserhöhen ausdrückt; und indem man berechnet, welche Lufthöhe von durchgängig gleicher Dichte der gefundenen Wasserhöhe entspreche, und diese Lufthöhe 2 mal nimmt (oder vielmehr so vielmal, als die zu der Geschwindigkeit eines gegenstoßenden Luftstrohms gehörige Druckhöhe größer ist, als die dieser Geschwindigkeit entsprechende Fallhöhe) so erhält man die Geschwindigkeit des Windes. Hiezu gebräuchliche Instrumente heißen Windmesser oder Anemometer; eines der vorzüglichsten ist das Lind'sche, dessen Einrichtung einige Aehnlichkeit mit den bei Gebläsen gebräuchlichen Windwagen oder Windproben (Gilbert's Ann. XXII. a. a. O.) hat, indem es den (im zusammengesetzten Verhältniß der elastischen Massen und der Quadrate der Geschwindigkeit stehenden) Luftstoß auf das in zwey zusammenhangenden senkrecht parallelen Röhren vorhandene Wasser wirken macht, dessen Höhenunterschied in beiden Schenkeln, die Druckhöhe desjenigen Theils des Windes giebt, der in horizontaler Richtung (durch eine am oberen Ende des einen Schenkels angebrachte horizontale Röhre) wirksam war. Woltmann's Anemometer (oder Tachymeter) giebt die Geschwindigkeit des Windes durch die Zahl der in bestimmter Zeit statthabenden Umläufe von kleinen Windmühlflügeln an. — Die horizontale Richtung des Windes

beobachtet man übrigens an frei stehenden Windfahnen, mittelst des der Fahne parallelen, unter einer Windrose umdrehenden Zeigers. Ueber Windfahnen welche auch nicht horizontal wehende Winde hinsichtlich der Stärke ihrer Neigung anzeigen, vergl. Gilbert's Ann. VIII. 240. — Weniger genau läßt sich die Richtung des Windes beurtheilen, aus jener der aus Schornsteinen aufsteigenden Rauchsäulen. Kaum merklich ist der Wind, wenn seine Geschwindigkeit in einer Sekunde 1½ paris. Fuß beträgt, hingegen ist die von 32 Fuß in einer Sekunde schon die des mäßigen Sturmwindes, und ein Orkan von 147 bis 150 Fuß in 1 Sek. entwurzelt die stärksten Bäume und stürzt Häuser und Thürme um.

4) Man theilt die Winde gewöhnlich in beständige und veränderliche; zu den ersteren gehörten die zwischen den Wendekreisen auf dem Weltmeer herrschenden, ihre Wirkungen bis in die gemäßigten Zonen erstreckenden allgemeinen Ostwinde, und die periodischen Winde (die Passat-Winde und die Land- und Seewinde) zu den letzteren, alle übrigen Winde.

5) Die Sonnen-Erwärmung zwischen den Wendekreisen, macht die daselbst befindliche Luft spezifisch leichter, als sie es weiter nach den Polen hin werden kann. Sie hebt sich daher in jenen Gegenden ununterbrochen, und fließt wieder in den oberen kälteren Regionen der Atmosphäre gegen die Pole hin ab, während sie unten an der Erdoberfläche zu gleicher Zeit durch von Süden und Norden herzuströhmende Polarluft ersetzt wird. Aber indem diese Polarluft hinzuströhmt, wird sie von einem in Folge des Umschwunges der Erde (und der Sonnenwirkung) erzeugten Ostwinde getroffen, und geht so einerseits in beständigen nordöstlichen, andererseits in steten südöstlichen Wind innerhalb der Wendekreise diesseits und jenseits des Aequators über; mit mehr oder weniger nördlicher oder südlicher Ablenkung, je nachdem die Sonne in der nördlichen oder südlichen Hälfte der Ekliptik steht (in welchem ersteren Falle sich die Wirkung jenes Windes weiter nach Norden, im letzteren hingegen weiter nach Süden erstreckt). Am regelmäßigsten wehen diese Ostwinde auf dem Weltmeer innerhalb der Wendekreise, wo Erwärmung und Oberfläche gleichförmig sind, minder regelmäßig hingegen auf dem Festlande jener Gegenden, weil dieses ungleichen Widerstand leistet und ungleiche Erwärmung zuläßt. Die zur Zeit der Frühlingsnachtgleichen anhaltend herrschenden Nordostwinde der nördlichen gemäßigten Zone (eine Folge allg. Erdwindes) wehen zu jener Zeit am stärksten, weil dann zwischen den Temperaturen der nördlichen und südlichen Hälfte der gemäßigten Zone diesseits des Aequators der größte Unterschied herrscht, und weil um jene Zeit Gewitter noch zu den Seltenheiten gehören, die in der spätern Jahres-

zeiten die Hauptquelle unserer veränderlichen Winde darbieten. Küstenverschiedenheiten, Gebirgsketten u. d. gl. haben übrigens mehr oder weniger Einfluß auf die Abänderung der Richtung und Stärke des allg. Erdwindes.

6) Die im indischen und einigen andern Meeren herrschenden Passatwinde wehen während der einen Jahreshälfte nach der einen, (wenn die Sonne im nördlichen Zeichen der Eklyptik steht, von Südwest nach Nordost) während der anderen nach der entgegengesetzten Richtung, (wenn die Sonne im südlichen Zeichen steht, von Nordost nach Südwest) von der einen in die andere Richtung mittelst einer (durch Gegenwehen erzeugten) Windstille übergehend. Daß die Sonne die allgemeinste Ursache dieser Winde ist, zeigt die Uebereinstimmung der Perioden des Windes mit den Jahreszeiten, daß sie aber vorzüglich im nördlichen Theil des indischen Meeres herrschen, scheint von der Lage dieses Meeres herzurühren, das nordwärts und nordöstlich Asien und südwestlich Südafrika gegenüber hat, von denen das eine (wegen klimatischer Verschiedenheit der eingrenzenden Küstenlande beider Welttheile) kalt oder durch die Regenzeit sehr abgekühlt ist (und dann dem wärmeren Gegenlande Luft zuströhmen läßt) wenn in dem anderen die Hitze den höchsten Grad erreicht. — Ein ähnliches Zunehmen der Luft von der kälteren Oberfläche zur wärmeren begründet auch das Entstehen der Land- und Seewinde, indem an den Küstengegenden (an jenen der heißen Zone weit regelmäßiger als an denen der gemäßigten Zone) die durch Verdunstung mehr kühl erhaltene Meeresluft den Tag hindurch dem durch die Sonne stärker erhitzten festen Lande zuweht, des Nachts hingegen die entgegengesetzte Richtung nimmt, weil das Land, als besserer Wärmeableiter schon wieder entwärmt ist, wenn das die Wärme schlecht leitende (Meer-) Wasser noch warm genug ist, um Luft aufschnellen zu machen. Die veränderlichen Winde sind theils Abänderungen der allgemeinen, gemäß örtlicher Verschiedenheit des Landes (mit seinen Gebirgen, Einzelbergen, Hügeln, Waldungen, Binnenmeeren, Seen, Flüßen, Wohnstätten der Menschen, Steppen rc.) theils Erzeugnisse der größere und kleinere Gegenden treffenden meist eng begrenzten elektrischen Processe der niedern und höheren Wolkenregion und der Erdoberfläche selbst. Hierüber, so wie über Wolkenbildung s. weiter unten Cap. V. und VI.

7) Die Stärke des Windes ist gemäß der ungleichen Ursachen und Einflüsse sehr verschieden, und während er auf der Nord- und Ostsee wenigstens drei Viertel des Jahres stark genug ist, die Segel der Schiffe zu schwellen, hat doch selbst Holland und England kaum 20 Wochen im Jahre (in der Woche kaum etwas über 2½ Tag) in denen die Windesstärke hinreichte Windmühlen zu treiben.

8) Gegen einander stoßende Winde (die bei plötzlichem Temperaturwechsel um so eher entstehen und in der Gegenrichtung mehr oder weniger andauern können) erzeugen die Wirbel, deren entferntere Ursache häufig die Elektricität ist, und die durch letztere in Wasserhosen und Landtromben übergehen und dann, wie bei denen meist wirbelnden Orkanen, neben der drehenden zugleich eine fortschreitende Bewegung haben. Daß in den oberen Regionen Ströhmungen vorkommen, deren Richtung jenen entgegengesetzt ist, welche auf der Erdoberfläche wehen, folgt schon aus dem Verhältniß der wärmeren aufschwellenden Luft zur kälteren nachfließenden, und wird häufig bezeugt durch den oft sehr schnellen Gegenzug der Wolken; vergl. auch Lauder Dick's Beob. entgegengesetzter Richtungen des Windes in verschiedenen Höhen; Gilbert's Ann. LVII. 217. Ueber Howard's Naturgeschichte der Wolken; a. a. O. LV. 102. ff. Howard unterscheidet zunächst zwei Gattungen von Wolken, dieselbe durch die Ausdrücke Cirrus und Cumulus bezeichnend. Die ersteren sind die in horizontalen Flächen mehr wachsenden als wandelnden, die letzteren jene, welche umgekehrt in körperlicher kugelähnlicher Gestalt mehr wandeln als wachsen. Die ersteren erscheinen meistentheils in der obersten Luftregion, verbreiten sich Müller's Bemerkungen zufolge (a. a. O) in Deutschland gewöhnlich von Süd-Süd-West (oft in verschiedenen Stralen gegen das Zenith auslaufend) pflanzenartig horizontal über den ganzen Himmel. An klaren Sommertagen, bei einem Erdwinde aus Ost, oder noch sicherer von Nord-Nordost (d. h. aus der SSW. diametral entgegengesetzten Richtung) ist die Erscheinung des Cirrus in SSW. der fast unmittelbare Vorbote eines Gewitters. Dem Erscheinen des Cirrus folgt dann bald die des Cumulus in der niederen Region, ähnelnd einem sich aufblähenden Schaume, der gegen die höhere Region des Cirrus aufsteigt, bis er sich endlich mit demselben vereint. Vor dieser Vereinigung bewegt sich der Cumulus in horizontaler Richtung dem Erdwinde folgend, so bald er aber senkrecht unter dem Cirrus oder dessen Abstralungen hinwandelt, verändert er seine Gestalt, und nun ist die elektrische Entladung nicht fern. Setzt hingegen der Cumulus seine horizontale Bewegung (gegen die Zuggewalt des Cirrus) durch, so verliert er seine elektrische Ladung in dem Maaße, als er wieder in die Bläue des Himmels tritt. Jene Verbindung scheint demnach das Nächstbedingende aller Gewitterbildung zu sein.

9) Licht, Wärme und Elektricität bieten die Quellen und die Begleiter der meisten Luftveränderungen dar; gehen wir daher zunächst zur Betrachtung der Gesetze über, nach welchen jene Gemeinwirken entstehen, wirken und wieder verschwinden; zuvor vergl. aber oben §. 24. u. 25.

Viertes Kapitel.

Von dem Lichte.

§. 101.

Wir nennen in physischem Sinne Licht, was die Körperwelt zum Gegenstande des sehenden (d. i. empfindenden) Auges macht; dabei selbstleuchtende Leibliche von den beleuchtbaren dunkelen oder finsteren, durchsichtige und durchscheinende von undurchsichtigen und trüben, stark-leuchtende oder stark-beleuchtete von schwach-leuchtenden oder schwach-beleuchteten unterscheidend, und so wohl diesen Unterschied der Stärke des Lichteindrucks (oder der Intensität des Lichts) wie auch die Art der Verbreitung und der Bewegung des verbreiteten Lichtes messend und schätzend.

Bem. 1) Ursprünglich oder selbstleuchtend „sind" nur die Sonnen (Fixsterne) die sog. Nebelflecken, und wahrscheinlich auch die Kometen (S. 182. 184) desgleichen die in Bewegung begriffene und in hinreichender Menge beisammen seiende Elektricität (S. 43); beleuchtbar (S. 171) und nur nach gewissen erlittenen Veränderungen Licht entwickelnd sind alle übrige Leibliche.

2) Selbstleuchtend „werden" die Dunkelen 1) wenn sie sich als annoch unvermischte bei hinreichender Geschwindigkeit mit andern Dunkeln mischend vereinigen, seltener wenn schon bestehende Gemische in ihre Bestandtheile zerfallen; hieher gehören die Lichterscheinungen welche die Verbrennungen der meisten Brennbaren (in Sauerstoff z. B. in der atmosphärischen Luft, oder statt dessen in Chlor und Jod) die Salzmischungen oder Salzungen verschiedener

Salzbasen mit Säuren (z. B. der gebrannten Bittererde, oder des frisch gebrannten gepulverten Kalks mit concentr. Schwefelsäure) und mehrere Phlogistisirungen oder Verbindungen der Brennbaren unter sich (z. B. des Eisens, Kupfers rc. mit Schwefel, verschiedener Metalle mit Metallen rc.) darbieten; s. oben S. 47—67, m. Einleit. in die n. Chem. S. 358 u. m. Syst. d. Chem. S. 122 u. ff. Zum Theil gehöret hieher auch das Leuchten des Meerwassers, einiger Thiere z. B. der Leuchtwürmer rc., einiger verwesender organischer Körper, manches Schweißes, Harns rc.; a. a. O. 2) wenn sie als starre und feuerbeständige Materien hinreichender Erhitzung ausgesetzt werden, welche sie (blau, roth und weiss, mit zwischenliegenden zahllosen Farbeabstufungen) erglühen macht; a. a. O. 3) wenn einige derselben mäßig und nicht bis zum Glühen erhitzt werden (z. B. Flußspath) — 4) wenn verschiedene starre bereits mehr oder weniger verbrannte (also gemischte) dem Lichte anderer Selbstleuchter z. B. dem Sonnenlichte, oder dem der Elektricität ausgesetzt und dann in finstre Umgebungen gebracht werden. Man nennt diese Art der (durch Wärme beförderungsfähigen, dann aber kürzere Zeit andauernden), Lichtentwickelung die Phosphorescenz oder das Leuchten durch Einstralung oder durch Insolation (vergl. S. 178) und es gehört hieher z. B. das Leuchten des sog. Bononischen Leuchtsteins und der sämmtlichen erdigen Phosphoren, das des von der Sonne beschienenen und dann im Dunkeln beobachteten weißen Papiers rc.; tropfbare und einzelne Grundstoffe sind der Insolation unfähig; vergl. m. Syst. d. Ch. S. 122. u. ff. 5) wenn man gewisse an sich dunkele Leibliche dem schnellen Zusammendruck, oder dem heftigen Stoße oder Drucke unterwirft. Z. E. Leuchten comprimirter Luft u. selbst comprimirten Wassers, siedender mit harten Körperchen geschüttelter fetter Oele; das Windbüchsenlicht; das Leuchten des z. B. mit einem hölzernen Hammer geschlagenen Huthzuckers, des auch unter Wasser gegen einander geriebenen Quarzes, Feuersteins rc. s. a. a. O. — Ueber das Zodiakallicht oben S. 171.

3) Vollkommen durchsichtig ist die Leere und vornehmlich der als solcher zu erachtende Himmelsraum zwischen den Atmosphären der Weltkörper. Sehr durchsichtig sind die Gase; „weniger" die klaren Tropfbaren und die klaren Starren (z. B. Glas). Letztere zeigen sich nur durchscheinend, wenn sie aus mehr als einem Blättchen bestehen und die verschiedenen Krystallblättchen sich mit ihren Oberflächen nicht genau berühren, oder an diesen Flächen rauh sind. Nimmt die Zahl der zum Körperganzen gehörenden Blättchen zu, und sind dieselben unter ungleichen Lagen miteinander verbunden, so werden sie trübe und undurchsichtig. Aus sehr verdünnten Auflösungen galvanisch hergestelltes

(als unverbranndtes Metall niedergeschlagenes). Gold ist durchsichtig; auf Glas gelegtes Blattgold ist — gegen Licht gehalten — durchscheinend und zwei dergleichen Goldblätter übereinander gelegt: werden trübe, mehrere: undurchsichtig.

4) Nach Bouguer und Lambert würde die Luft, wenn sie eine gleiche Dichte, als sie an Meeresfläche hat, durch eine Höhe von ¹/² Million Toisen hätte, undurchsichtig sein. Die minder dichte und weniger Dunstbläschen enthaltende Luft hoher Berge zeigt uns daher entfernte hohe Gegenstände schärfer begrenzt und darum scheinbar nahe, und die Sterne heller leuchtend; s. oben S. 169. Bem. 6. — Durchscheinend (mehr oder weniger ins Durchsichtige überspielend) ist auch die Lichtflamme und wird auch (im schwachen Grade) bis zum Erglühen erhitztes Platin. Die Durchscheinbarkeit der Augenlieder reicht hin, Schlafende durch direct einfallendes Sonnenlicht erwecken zu lassen, und ist vielleicht bei „Nachtwandelern" das Mittel, um selbst noch durch das schwache Licht der Mond- oder sternhellen Nächte, bei erhöheter Reizbarkeit des Sehnerven, mit geschlossenen Augen sehen (lesen ꝛc.) zu können. Die Unterscheidung der Farben und der Erhabenheiten der Buchstaben durch die Finger (beim sog. Fingerlesen mancher Blinden und sog. Schlafwachenden) zeugt von sehr erhöheter Widerstands-Unterscheidung des Tastorgans.

5) Der Lichtverlust den die Rauhigkeit der Gegenflächen übereinander geschichteter Durchsichtiger bewirkt, steht mit der Rauhigkeit im geraden Verhältniß. Matt geschliffenes Glas wird durch Wasser, Oel, geistige Firniße ꝛc. wieder durchsichtig; Anwendung hievon auf die Glasmalerei, vergl. m. Experimentalphys. II. Cap. X., u. auf die Durchsichtigkeitsmessung der Luft und andrer Gase; ebend. — Desgleichen Saussure's „Kyanometer" und „Diaphanometer;" a. a. O. Oel, Wachs ꝛc. macht Papier transparent. Das Verhalten des Hydrophans und Pyrophans ebend.

6) Der Eindruck den das Licht aufs Auge macht, dauert nicht unter 6 und nicht über 30 Tertien. Es könnte daher das Licht auch unterbrochen zum Auge gelangen, ohne daß wir solches Nacheinander gesonderter Lichteindrücke zu unterscheiden vermögten; und da sich das Licht durch die Himmelsleere mit einer Sekunden-Geschwindigkeit von mehr als 40000 Meilen fortpflanzt (s. oben S. 169. Bem. 5) so könnte das ins Auge gelangende Lichttheilchen vom nächst nachkommenden gegen 4120 Meilen entfernt sein, ohne daß wir solche Unterbrechung wahrzunehmen im Stande wären. Eine im Kreise umgeschwungene glühende Kohle zeigt einen Feuerkreis; die Feuerräder ꝛc. — Es ist indeß wahrscheinlich, daß das Licht der Sonne ꝛc. ununterbrochen entwickelt wird und fortstralt.

7) Muschenbroek ließ Licht durch sehr kleine Oeffnungen stralen, und folgerte aus denselben, daß ein einzelner Lichtstral nicht größer als 0,0002 Billionentheilchen eines Menschenhaares sein könne. Nehmen wir an, daß das Licht in einer Zeitsekunde 960,000000 Fuß durcheile, während sich die Luft mit einer Sekunden-Geschwindigkeit von 200 Fuß zu bewegen vermag, oder statt dieser Windesschnelle die des Schalles als Bewegungsmaaß der Luft betrachtend: während die Sekundengeschwindigkeit der Luft = 1027 Fuß ist, und verhielte sich die Masse der Luft zu jener des Lichts umgekehrt, wie ihre Geschwindigkeiten, so würde das Licht noch mehr als 934858 mal dünner sein als die Luft; vergl. m. Experimementalph. S. 267. Bem. 3. — Aber auch selbst diese geringe Masse ist dem Lichte abzusprechen, und es in dieser Hinsicht der Himmelsleere (dem zwischen den Weltkörpern befindlichen Himmelsäther) gleichzusetzen, da es bisherigen Beobachtungen gemäß sich weder der Erdschwere unterordnet, noch irgend einen Widerstand leistet, der auf Raumerfüllung schließen ließe. Weil es aber selbst keinen Raum erfüllt, so hindert es auch nicht die Raumerfüllung derjenigen Durchsichtigen, die es innerhalb ihrer Substanz fortpflanzend hindurchlassen.

8) Dunkle und leuchtende oder beleuchtete Körper neben einander betrachtet, verhalten sich hinsichtlich ihres Lichtgehalts oder ihrer Lichtentlaßung, wie kalte und warme Körper rücksichtlich ihres Gehalts an Wärme, d. h. die neben den Erhellten befindlichen Dunkelen entstrahlen ein Licht von einer geringern Intensität, als jenes ist, welches zu unserem Auge gelangt, demselben Helligkeit und die Möglichkeit verschafft, Gegenstände zu unterscheiden. Die Augen mancher Thiere sehen noch mittelst eines Lichtes, das wir, wenn es unserem Auge dargeboten wird, Finsterniß nennen. (Kälte ist aber eben so wenig absoluter Mangel an Wärme, als etwas der Wärme positiv entgegengesetztes, sondern Wärme von geringer Intensität).

9) Das sich von irgend einem leuchtenden Punkte fortpflanzende Licht, verbreitet sich in sogenannten als gesondert gedachten, der Wirklichkeit nach aber nach allen Seiten zusammenhängenden geradlinigen Stralen, mit einer den Quadraten der Entfernung proportionalen Abnahme an Leuchtungsstärke, so daß also die Intensität des verbreiteten Lichts, bei gleicher Beschaffenheit des durchsichtigen Mediums oder innerhalb der Himmelsleere im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernungen steht, wie bereits S. 169. Bem. 6. gezeigt worden ist. Mit Hülfe der Photometer ist sowohl die zu vergleichende Lichtstärke verschiedener Leuchtenden bei gleichen Abständen von den leuchtenden Punkten, wie auch die nach Maaßgabe der verschiedenen Entfernungen der beleuch-

teten Flächen obigem Gesetze gemäß eintretende Ab- oder Zunahme ein und desselben Lichtes zu bestimmen; Experimentalph. a. a. O.

10) Wenn undurchsichtige Körper das in Verbreitung begriffene Licht auffangen, so entsteht hinter denselben der Schatten, dessen ihn merkbar machende ungehindert beleuchtete Begrenzung die geradlinige Stralung des Lichtes beweist. Auch der dunkelste Schatten erscheint unserem Auge als ein mehr oder weniger tiefes Grau, aber nie als lichtlose Finsterniß; was beweißt, daß Schatten nicht sowohl vollkommene Abwesenheit des Lichtes, als vielmehr nur das Verhältniß der von direct einfallendem Lichte erzeugten zu der durch Rückstralung §. 91—92. bewirkten Beleuchtung darstellt. Hieraus folgt, daß das Dunkel des Schattens um so tiefer erscheinen wird, je größer die Intensität des durch den Schatten werfenden Körper aufgefangenen Lichtes, und je geringer jene des auf die beschattete Fläche angelangten reflettirten Lichtes der hinterwärts zu den Seiten des Körpers befindlichen direct beleuchteten Gegenstände ist. Größe und Gestalt des leuchtenden und des undurchsichtigen Körpers bestimmen die Form und die verschiedene Dunkelheit des Schattens. Ist die leuchtende Stelle kein bloßer Punkt, sondern eine mehr oder weniger ausgedehnte Fläche, so entsteht neben dem inneren oder Kernschatten, auch der Halbschatten; oben §. 168. Wird ein Körper von mehreren Richtungen her zugleich beleuchtet, so wirft er jedem leuchtenden Körper gegenüber einen besonderen Schatten; der dunkelste ist in solchem Falle jener, der durch Hemmung des stärksten Lichtes entstand. Dieses giebt ein Mittel an die Hand die Intensitäten des Lichts verschiedener Leuchtenden zu vergleichen und in Rumford's Photometer wird von dieser Art der Schätzung der Lichtstärken Gebrauch gemacht. Das Phänomen selbst zeigt Abends jeder dunkele von zwey oder mehreren (einander nicht direct entgegengesetzten) brennenden Kerzen beleuchteter Körper. Vermeidung des Mehrschattens bei Entwerfung der Schattenriße. Die durch bewegliche Figuren bewirkten chinesischen Schattenspiele.

11) Das Licht wirkt während seiner Hemmung auf den hemmenden Gegenstand, nach Maaßgabe der Beschaffenheit desselben, theils wärmend, theils chemisch-ändernd, theils Lebenserscheinungen steigernd (z. B. bei den Pflanzen) theils das Entstehen der Lebensregungen vermittelnd (z. B. bei der Erzeugung der sogen. Priestley'schen grünen Materie; vergl. m. Experimentalph. Cap. VII. letzt. Abschn. und Cap. VIII). Die Erwärmung durch Licht steht, bei übrigens gleichen Umständen im geraden Verhältniß der Dunkelheit oder Schwärze des Gegenstandes, wie dieses unter andern Leslies (aus einem

Thermometer mit geschwärzter Kugel bestehendes) Photometer zeigt. Im gleichen Verhältniß nehmen auch mit der Vergrößerung der Intensität des Lichts die Steigerungen des pflanzlichen Lebens zu, und erfolgen auch die chemischen Wirkungen, die entweder mischend (z. B. Verpuffung eines Gemisches aus Wasserstoffgas und Chlorgas durch einfallendes hinreichend starkes Licht zu Salzsäure; s. oben S. 62.) oder zersetzend (z. B. Reduction des Goldoxyds, des frischgefällten salzs. Silberoxyds oder sog. Hornsilbers, die Färbung der feuchten Pflanzenblätter durch Zersetzung der in ihnen aufgesogenen Kohlensäure und des Wassers unter Ausscheidung von Sauerstoffgas rc.); vergl. m. Syst. d. Chem. S. 122. u. ff.

12) Ueber die Natur des Lichtes s. oben S. 43—47. Daß das Licht nicht bloße Bewegung beweglicher Raumerfüller sey, beweißt sein Durchstralen der Leere; daß es nicht in Schwingungen eines angeblich überall vorhandenen, in dem Durchsichtigen ungehindert beweglichen Aethers bestehe, wie unter anderen Euler glaubte, macht schon die Undurchsichtigkeit und die Entstehung des Schattens unwahrscheinlich, und daß es keine Flüssigkeit „nach Art der Raum erfüllenden Ausdehnsamen" ist, die, wie Newton annahm, den Leuchtenden entstrale, zeigt sein Nichterfüllen des Raumes, in welchem es wirkt. Wenn übrigens die Fixsterne in unermeßliche Weiten unaufhörlich Licht entstralen, so folgt, daß die Processe, durch welche das Licht aus ihnen entbunden wird, sich unaufhörlich erneuen; gleich wie auch ein durch Brennen oder durch Erhitzung leuchtender Körper sein zuvor gebundenes, und als solches unmerkbar gewesenes Licht, nicht auf einmal entläßt, sondern nacheinander entstralt, in dem Maaße, wie die Entbindungs-Bedingungen in oder auf ihn einzuwirken fortfahren.

13) Je nachdem man die geradlinige Verbreitung, (die als solche das Visiren und bei hinreichender Uebung die Fertigkeit gestattet: dorthin die Gegenstände zu setzen, wohin die Richtung des Lichtstrals weißt, der das Auge trifft) oder die Rückstralung, oder die Richtungsablenkung S. 159. und damit verknüpfte Veränderung des Lichtes zum Gegenstande der Untersuchung macht, theilt man die hieher gehörigen Lehren in drei Hauptabschnitte: die Optik, Katoptrik und Dioptrik. Vergl. J. Newton Optice, sive de reflexionibus, refractionibus inflexionibus et coloribus lucis. Lib. III. auct. Newtono lat. redd. Sam. Clarke. Lond. 1706. 4. 1719. 4. edit. nov. Laus. et Gen. 1740. 4. J. Newtoni Opuscula math. philos. et philolog. collegit Joh. Castillioneus. ibid. 1744. 4. Euler Nova theoria lucis et colorum in app. var. org. Berol. 1746. Dioptricae pars Ima, IIda et IIIa, auct. Leonhardo Eulero cet. Petrop. 1769—.

1771. 4. Euler's Briefe an eine deutsche Princessin. A. d. Franz. mit Anm. von Kries. Leipz. 1792–94. I–III Th. 8. K. E. Langsdorf: Grundlehren der Photometrie oder der optischen Wissensch. Erlang. 1803–05. I–II. 8.

§. 102.

Jedes Raumerfüllende stralt von dem auffallenden Lichte mehr oder weniger zurück (uns nach Maaßgabe dieser Rückstralung (oder Reflexion) um so heller erscheinend, je mehr und um so dunkler je weniger es Licht zurücksendet) und entwirft dadurch in unserem Auge ein Bild, welches entweder, wenn die Rückstralung durch Rauheit der reflectirenden Fläche nach allen (einander kreuzenden) Richtungen verworren erfolgte, hinsichtlich seiner Grenzen und seiner Oertlichkeit mit dem Raumerfüllenden übereinkommt und in diesem Falle zu dessen Messung dient, oder, wenn hinreichende Glätte der reflectirenden Fläche die unverworne Rückstralung gestattet, von dem reflectirenden Gegenstande in bemerkter Hinsicht mehr oder minder abweicht. Im letzteren Falle nennen wir die Rückstralung: Spiegelung (und die rückstralende Fläche: Spiegel) ihre Erfolge nach den §. 54. Bem. 1. u. ff. entwickelten Gesetzen beurtheilend.

Bem. 1) Gemäß der Spiegelung der Oberflächen, der Weltkörper und der Schichtenflächen ihrer Atmosphären, erscheinen uns die Planeten als von der Sonne beleuchtete Kreisflächen; S. 171. Unsichtbar ist, was Licht entweder gar nicht rückstralt (sondern nur durchläßt; z. B. die Himmelsleere) oder vollkommen und unvermindert reflectirt; oder was davon weniger zurückwirft, als in das Auge gelangend, letzteres erfordert, um den zugehörigen Nerven in den Zustand aufgeregter Wirksamkeit zu versetzen, z. B. die Körper innerhalb verfinsterter Räume, die Luft und die meisten Gase, wenn sie dem Lichte der Selbstleuchtenden oder der beleuchteten Starren, Tropfbaren und Dunstigen zum Medium der Fortpflanzung dienen. — Da die Spiegelung im geraden Verhältniß der Glätte der Oberfläche (so wie der Trübe und der Dichte der inneren Substanz des Spiegelnden) steht, so muß die Menge der reflectirten Stralen bei ruhigen und klaren Tropfbaren der Größe des Einfallswinkels (a. a. O.) proportional sein. Der Spiegel selbst wird sichtbar, weil er nicht alles Licht zurücksendet, sondern einen Theil desselben verschluckt. Nach Rumford verschlucken

beste Glasspiegel 0,3494 und gewöhnliche gegen 0,4816 des auffallenden Lichtes. Scheinbar heller ist das Spiegelungsbild, vermöge seiner scharfen Begrenzung, doppelt (d. h. zwey hintereinander erscheinende Bilder darstellend) bei den gewöhnlichen hinten mit Zinnamalgam (S. 54.) belegten Metallglasspiegeln, einfach hingegen bei den kostbaren, gewöhnlich nur zum astronomischen Gebrauch bestimmten Metallspiegeln (der Substanz nach am besten bestehend aus 32 Kupfer 15 Zinn 1 Messing und 1 Arsenik).

2) Das auffallende Licht dringt stets mehr oder weniger tief jenseits der Oberfläche in die Substanz des Spiegels ein, und wird auch zum Theil aus derselben wieder (in Begleitung des von der Oberfläche rückkehrenden Lichtes) zurückgeworfen. Da nun farbige durchsichtige Medien dem durchfallenden Lichte ihre Farbe ertheilen (z. B. die aus der Zauberlaterne an die Wand geworfenen Bilder) wie farbige Gläser zeigen, durch welche man die zu betrachtenden Gegenstände mit der Farbe des Glases erblickt, die meisten Spiegel aber, so weit sie für das Licht durchdringlich sind, ebenfalls farbige Medien darstellen, so können auch die von dergleichen Spiegeln zurückkehrenden ursprünglich farblosen Lichtstralen (z. B. jene der Fixsterne) nicht vollkommen ungefärbt bleiben, sondern werden vielmehr mehr oder weniger mit der Farbe des Spiegels versehen rückkehren, und wenn sie als farbige Stralen auffielen, Aenderungen ihrer ursprünglichen Farbe zu erleiden haben; indeß beträgt die Färbung oder Farbenänderung in den meisten Fällen so wenig, daß sie z. B. bei guten, hinreichend dichten Metallspiegeln unmerklich wird. Ueber die Reflexion aus schwarzem Glase und von schwarzen Flächen; s. m. Experimentalphys. a. a. O. — Einen Doppelspiegel erhält man unter andern, wenn man eine polirte Glasscheibe auf der unteren Fläche theils schwärzt, theils matt abschleift, theils ungeschwärzt und unabgeschliffen neben einander bestehen läßt; eine an den Rand der wagerechten Scheibe senkrecht gehaltene Nadel zeigt beide Bilder, zufolge der verschiedenen Lichrstärken, ziemlich deutlich.

3) Gemäß der grossen Geschwindigkeit die das Licht besitzt, hat man geglaubt die Möglichkeit der Reflexion durch die Annahme zu erklären, daß die denkbaren einander folgenden Lichttheilchen in Folge jener Geschwindigkeit als hart zu betrachten sein; woraus folgen würde, daß jeder Lichtstrahl demjenigen Theile nach in sich selbst zurückkehren müßte, der auf den zum Spiegel schon angelangten Lichttheil stieße, nachdem derselbe die Oberfläche (oder das Innere des Spiegels) erreicht hatte, so daß also das nächstkommende Licht nicht mehr vom Spiegel, sondern vom Lichte zurückgestoßen würde, wogegen theils die Reflexion bei schiefem Einfallswinkel,

theils auch die zuvor bemerkte Färbung des reflectirten Lichtes zeugt

4) Zwey einander genau parallele Spiegelflächen ein und desselben Durchsichtigen — z. B. die Unter- und Oberfläche eines vollkommenen ebenen, überall gleich dicken Glases — geben Bilder (ein Doppeltbild) welche bei gleicher Richtung ihre gegenseitige Entfernung genau beibehalten; man kann daher (nach Fischer; Bode's astron. Jahrb. 1815. 224) mittelst Spiegelung den angeblichen Parallelismus beider Flächen prüfen.

5) Daß wir die Gegenstände in die Richtung setzen, aus welcher uns das Licht geradlinig zustralt, und daß, wenn diese Richtung nicht die ursprüngliche war, wir uns unwillkührlich über die wahre Lage, Ferne und Gestalt der Gegenstände täuschen, zeigen auffallend die Spiegelkästen, die perspectivischen Zeichnungen und Gemälde und überhaupt sämmtliche zahllose optische Täuschungen, von denen die merkwürdigeren im Verfolg unserer Betrachtungen vorkommen werden. Uebung und Gebrauch lehrt uns Fernen, Größen und Lagen der gesehenen Gegenstände unterscheiden, und die Gewohnheit bestimmt häufig das Urtheil über das Gesehene, indem sie uns das Ungewöhnliche aus dem Gewöhnlichen deuten läßt.

6) Denken wir uns von den äussersten Grenzen eines Gegenstandes zwei Lichtstralen in zusammenlaufender Richtung im Auge vereint, so schließen dieselben den Sehwinkel (oder optischen Winkel) ein, von dessen Größe die scheinbare Größe der Gegenstände abhängt. Die Selbstleuchtenden erscheinen uns in dunkeler Umgebung als leuchtende Punkte (S. 184) wenn der von ihren Grenzen ausgebildete Sehwinkel im Mittel kleiner als 40″ wird; Beleuchtete werden unter gleichem Sehwinkel unsichtbar, während ein schwarzer Fleck auf sehr weißem Papier gesehen (nach T. Mayer) unter einem Winkel von 34 (nach Bugge, bei sehr starker Beleuchtung des Papiers unter einem Winkel von 41″ bis 52′, bei schwacher Beleuchtung nur unter einem Winkel von 2) noch sichtbar ist. Verschiedene Beleuchtung und Verschiedenheit der Gesichtsschärfe ändern indeß diese Bestimmungen mehr oder weniger ab; (bei größeren Fernen halten wir das stärker leuchtende, für das Nähere) oftmalige Vergleichung der scheinbaren Größe entfernter Körper mit jener aus großer Nähe wahrgenommenen oder mit ihrem z. B. durch Tastung bestimmbaren wirklichen Raumsumfange führt zum richtigen Augenmaaß.

7) In jedes der beiden Augen fällt ein besonderes Bild, beim wirklichen Sehen schneiden sich aber die verlängerten Axen beider Augen in demselben Gegenstande (die den Vereinigungspunkt beider Axen schneidende Ebene nennt man Horopter) und wir setzen daher

den Gegenstand selbst an denselben Ort, dessen Entfernung mithin auch durch den parallactischen Winkel (S. 160) der Augenaxen (gleichwie durch den optischen Winkel) meßbar ist. Ist der Sehwinkel nicht verschwindend klein, so hat man von denen vor oder hinter dem Horopter vorhandenen Gegenständen ein doppeltes Bild; wie zwey schmale hinter einander aufgestellte Stäbchen zeigen, wenn man sie in mäßiger Ferne von den Augen nacheinander beschaut, und wie man auch erfährt, wenn man Gegenstände fixirend abwechselnd ein Auge um das andere schließt, und wieder öffnet oder, wenn man gewohnt ist mit zwey Augen zu sehen, und dann das eine schließend nach kleinen Gegenständen greift. In vielen Fällen verdanken wir daher der Gewohnheit, daß wir die Gegenstände nicht doppelt sehen, was stets der Fall ist, wenn wir den einen Augapfel zur Seite schieben. Im letzteren Falle treffen die verlängerten Augenaxen nicht im Gegenstande zusammen, was auch bei schielenden Augen nicht der Fall ist. Gemäß der weiter unten zu erläuternden Brechnung der Lichtstralen im Auge, erscheint das Bild auf der Netzhaut in verkehrter Stellung; wir erwehren uns aber unbewußt dieses Eindrucks vom ersten Augenblick des Sehens an, indem wir die wirkliche Lage mit der im Auge abgebildeten vergleichen und der letzteren entgegen, die Gegenstände aufrecht setzen. Ueber den Bau der Menschen- und Thier-Augen m. Experimentalphys. Cap. X. 1 Abschn. — Die Perspectiv lehrt Gegenstände auf einer Ebene so darstellen, als ob sie sich in verschiedenen Ebenen befänden.

8) So wie jede Bewegung gänzlich abhängig ist von der Kraft, wodurch sie bewirkt wurde, und so wenig z. B. die eigene Bewegung der Erde auch nur eine der übrigen auf ihr statthabenden Bewegungen stört, und auf gleiche Weise wie die mannichfaltigsten Schallwellen ohne gegenseitige Störung in den engen Gehörgang sich fortsetzen, so pflanzen sich auch die hinsichtlich der Richtung, Stärke und Färbung höchst verschiedenen Lichtstralen durch die eine kleine Oeffnung des Auges (durch die sich bei schwachem Lichte erweiternde, bei starkem verengende Sehe oder Pupille) bis ins Innere desselben gleichzeitig fort, ohne einander zu stören oder merklich zu verändern. Hingegen gewähren verschiedene Stralen dem Auge den Eindruck eines (hinsichtlich der Stärke, Färbung ꝛc. ausgeglichenen) Strals, wenn sie vor dem Eintritt dergestalt räumlich vereint wurden, daß sie ungetrennt fortan als zu einem Stral verbundene zum Auge gelangen. So gewährt uns eine meist weiße, hin und wieder bunt fleckige, schnell um ihre Axe schwingende Kugel, den Eindruck eines nur weißen Gegenstandes, so erscheinen uns die Planeten einfarbig, während der nicht um seine Axe schwingende nähere Mond deutlich helle und dunkele Stel-

len unterscheiden läßt; vergl. S. 181 und weiter unten, bei Betrachtung der Farben.

9) Ueberschauung vieler weit verbreiteter Gegenstände durch eine kleine Oeffnung. Deutliche Wahrnehmung scheinbar vergrößerter Gegenstände durch ein, mittelst eines Nadelstichs in Papier bewirkten Loches. Sömmering's camera lucida (m. Experimentalph. a. a. O.) der Operngucker.

§. 103.

Ebene Spiegel lassen den Parallelismus, sowie die Convergenz und die Divergenz der eingefallenen parallelen, convergenten oder divergenten und darauf von ihnen zurückgeworfenen Lichtstralen unverändert; das dadurch im Auge entworfene (scheinbare oder geometrische) Bild, wird von demselben dort gesucht (und gefunden) wohin die Lichtstralen treffen würden, wenn sie rückwärts hinter dem Spiegel in einem ihrer gegenseitigen Lage entsprechenden Verhältniß zusammen träfen.

§. 104.

Zur Erläuterung des Rückstralungsgesetzes ebener Spiegel diene Fig. 2. (S. 91). Es sey ab eine reflectirende Ebene, AC der einfallende und CB der zurückgeworfene Stral, und cC das Neigungsloth, so ist der Einstralungswinkel v dem Rückstralungswinkel u, oder der Winkel aCA dem Winkel bCB gleich, und beide Stralen, der einfallende und zurückgeworfene liegen mit dem Neigungsloth in einer auf der rückstralenden senkrecht stehenden Ebene. Senkrecht auffallende Stralen (z. B. der Stral cC Fig. 2.) werden in sich selbst zurückgeworfen, und jeder Punkt einer reflectirenden Ebene, reflectirt das Licht aller Punkte des leuchtenden oder erleuchteten Objects.

Bem. 1) Gemäß des unveränderten Parallelismus ꝛc. werden mehrere z. B. von A aus einfallende Stralen von dem Spiegel ab so zurückgeworfen werden, daß sie als zurückgeworfene in Gedanken hinter dem Spiegel, in ihrer geradlinigen Richtung verlängert, mit ab einen dem Winkel AaC vollkommen gleichen Winkel einschließen, und mithin das geometrische Bild eben so weit hinter dem Spiegel gewähren, als der dasselbe veranlassende Gegenstand sich vor dem Spiegel befand. Die

Entfernung des geometrischen Bildes irgend eines Licht entstralenden Punktes (z. B. des Punkt A) wird daher bei jedem ebenen Spiegel gefunden, wenn man von dem Punkte eine senkrechte Linie auf den Spiegel (oder auf seine verlängerte Ebene) zieht und in derselben Richtung so weit hinter dem Spiegel verlängert, als der Punkt von dem Berührungspunkte der Ebene des Spiegels entfernt ist. Was aber von einem Punkte gilt, findet auch bei allen übrigen eines ausgedehnten Gegenstandes seine Anwendung, und mithin muß das Bild des ganzen Gegenstandes a) so weit hinter der Spiegelebene erscheinen, als der Gegenstand vor derselben von ihr entfernt war; b) dem Gegenstande gleich sein und c) dessen rechte Seite der linken des Gegenstandes und umgekehrt entsprechen.

2) Senkrecht stehende Planspiegel geben Bilder, deren Stellung jener der Gegenstände entspricht; in wagrechte liegenden erscheinen die Bilder der aufrecht stehenden Gegenstände verkehrt (z. B. die Bilder in der spiegelnden Oberfläche der Gewässer) und befinden sich dergleichen Spiegel über uns, so scheinen wir darin auf den Kopf gestellt zu sein. Eine Neigung des Spiegels gegen den Horizont unter einem Winkel von 45° giebt die Bilder liegender Gegenstände stehend (z. B. Stellung des Planspiegels im Perspectiv-Kasten oder der sog. Optik, in der Taschen-Camera obscura, scheinbares Hinaufrollen horizontal fortrollender Kugeln rc.) und stehender Gegenstände liegend.

3) Mittelst eines zweiten, dritten rc. Spiegels kann das Bild des ersten, zweiten rc. (mit bei jeder neuen Spiegelung sich vermindernder Intensität des Lichts) aufgefangen werden, bevor es ins Auge gelangt (von welchem es dann hinter denjenigen Spiegel gesetzt wird, der es zuletzt auffieng und dem Auge zuwarf). Dadurch mögliche Bilderversetzungen zeigt das Zauberperspectiv und das Polemoskop. Sind dabei die Spiegel gegen einander geneigt, so werden sie bei einem über 180° hinaus gehenden Neigungswinkel die Bilder zweier Gegenstände in eins zusammenfallen machen, bei kleinerem Neigungswinkel hingegen das Bild eines Gegenstandes vervielfältigen, deren Zahl, wenn der Neigungswinkel $= \varphi$, gleich $\frac{360°}{\varphi} - 1$ ist oder sie erscheinen so oft weniger eins, als der Winkel den die Spiegel mit einander machen in 360 Graden enthalten ist. So giebt z. B. der Winkelspiegel die ganze Kreisfläche, während nur ein Theil derselben dazwischen gebracht worden war, so vervielfältigen die sog. Stralenpyramiden, und vorzüglich das von Brewster wieder erfundene Kaleidoskop; Gilbert's Ann. LIX. 341. Einander parallele gegenüber stehende Spiegel geben nach gleichen Gesetzen, eine un-

endliche Menge von Bildern, die aber zur (sehr großen) endlichen wird, weil die Intensität des Lichtes der entfernteren Bilder für unsere Augen sehr bald = 0 ist. Hieher gehören die Spiegelkästen und Spiegelzimmmer.

4) Ueber Newton's Behauptung, daß die gegen Spiegelflächen gerichteten Lichtstralen, die Flächen selbst nicht erreichen, sondern gemäß deren Repulsion (in die sich nach N. und Boscowich — vergl. m. Einleit. in d. n. Chem. S. 507. ff. — jede Anziehung verwandelt, sofern sie aus kleinster Ferne wirkt) zurückgeworfen werden, ohne dieselbe zu erreichen; m. Experimentalphys. a. a. O.

§. 105.

Durch eine in der Weise bewirkten Verbindung mehrerer Planspiegel, daß die zur Seite eines mittelsten Spiegels befindlichen ebenen Spiegel, sich nach diesem mittelsten hinneigen, wird es möglich, die auffallenden Stralen so zurückzuwerfen, daß sie sich der Mitte nähern, und mithin einen gemeinschaftlichen Raum erreichen. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß Archimedes durch eine ähnliche Zusammenstellung mehrerer ebenen Spiegel, die von denselben aufgefangenen Sonnenstralen rückstralend vor ihnen zu einem wirklichen oder physischen Bilde der Sonne in eine Ferne zusammentreffen ließ, in welcher sich die von ihm — laut des einstimmigen Zeugnißes vieler Schriftsteller — angezündete (von „Marcellus" befehligte) römische Belagerungsflotte vor Syracus befand; vergl. J. P. van Capelle's Abh. in Gilbert's Ann. LIII. 242. ff.

Bem. 1) Die römische Flotte war der Stadt (dem Berichte des Anthemius und Tzetzes gemäß) auf Pfeilschuß-Weite d. i. 150 bis 200 Fuß nahe; aber schon Büffon zeigte die Möglichkeit, durch mehrere auf eine der obigen ähnliche Weise zusammengesetzte Planspiegel, mittelst des Sonnenlichts auf 300 bis 400 Fuß weit zu zünden.

2) Da die Elemente krummer Flächen betrachtet werden können, als beständen sie aus unendlich kleinen, einen Winkel einschließenden geraden Flächen, und da ein Lichtstral nur auf einen Punkt fällt, so lassen sich auch für krummflächige Spiegel aus dem allgemeinen Gesetze der Rückstralung (§. 104) die Richtungen der von ihnen zurückgeworfenen Stralen bestimmen. (Newton gelangte zu seinen größten Entdeckungen — z. B. über das Verhältniß der Centralkräfte und die daraus abgeleiteten Gesetze der Bewegungen der

Weltkörper ꝛc. S. 108. — durch die von ihm zwar nicht erfundene, jedoch durch ihn vorzüglich ausgebildete Methode: die krummen Linien anzusehen, als beständen sie aus unendlich vielen geraden, deren jede von denen ihr nächsten in ihrer Richtung abweicht, und Newton und Leibnitz, jeder für sich, erfanden auf ähnlichem Wege die Fluxions- und Differential-Rechnung).

§. 106.

Zur Bestimmung der Rückstralungsrichtung des Lichtes von krummflächichen Spiegeln, nimmt man daher an, daß jeder einzelne Lichtstral von einer Ebene reflectirt werde, die als solche ein kleinstes Element der Spiegelfläche darstellt, und indem man an jeden solcher Punkte eine Tangente legt, hierauf für jede den zugehörigen Ein- und Rückstralungswinkel bestimmt, und darnach die Rückstralungsrichtung für die gesammte Fläche berechnet, findet man die gesuchte Richtung. Angewendet hat man indeß bis jetzt dieses Verfahren nur auf jene krummen Flächen, deren Durchschnitte Kegelschnitte darstellen (wie dieses die sphärischen, elliptischen, parabolischen, hyperbolischen, cylindrischen und conischen Spiegel bezeugen) und hinsichtlich der durch dieselben erzeugbaren Bilder genau berechnet, sind nur die sphärischen u. parabolischen Spiegeln; vgl. S. 157.

Anm. 1) Die bekanntesten unter diesen sind die durch gehörige Glättung (gewöhnlich nur der einen — entweder der inneren oder der äusseren — Fläche) des einer Hohlkugel entnommenen Kugelschnitts entstandenen sphärischen, entweder hohl oder erhaben gekrümmten, zu deren Wirkungs-Berechnung erfordert wird, daß man die Größe der Sehne und des Halbmessers der Hohlkugel kenne, deren Abschnitt sie darstellen.

2) Bei der Berechnung convexer Spiegel werden beide Größen negativ genommen, und für beiderlei Spiegel ist ausserdem für jeden einzelnen Fall die Kenntniß des Abstandes des Licht entstralenden (und die Entstehung des Bildes zunächst möglich machenden) Gegenstandes von der Spiegelfläche erforderlich.

§. 107.

Nennen wir den Abstand des leuchtenden Punktes von der Innenfläche des Hohlkugelschnitts d. i. von der Oberfläche des Hohlspiegels d, und den Radius der Krümmung dieser Fläche

oder den Halbmesser des Spiegels r, so ist die Entfernung jenes Punktes, in welchem die zurückgeworfenen Stralen die (durch den Mittelpunkt der ganzen Hohlkugel gehende) Axe des Spiegels schneiden, von der spiegelnden Fläche, oder die Vereinigungs- oder Kreuzungs-Weite $x = \frac{dr}{2d-r}$; und setzen wir für die Rückstralung des erhabenen Spiegels r negativ, so ist der Abstand des (auf die entgegengesetzte Seite, hinter den Spiegel fallenden) nicht wirklichen, sondern nur in Gedanken verfolgten oder eingebildeten Vereinigungspunktes $x = \frac{dr}{2d+r}$.

§. 108.

Elliptisch gekrümmte Hohlspiegel werfen die aus dem einen Brennpunkte in divergirenden Richtungen zu ihnen gelangenden Stralen dergestalt zurück, daß sie sämmtlich im zweiten Brennpunkte der Ellipse zusammentreffen, und einander kreuzend, jenseits dieses Punktes, mit erneueter Divergenz sich fortpflanzen; vergl. §. 96.

§. 109.

Stellt die Hohlspiegelfläche die Krümmung einer Parabel dar, so werden alle zu derselben mit der Axe parallel gehende Stralen so zurückgeworfen, daß sie sich in dem Brennpunkte auf zuvor bemerkte Weise vereinigen. Ist hingegen in dem Brennpunkte des parabolisch gekrümmten Hohlspiegels ein leuchtender (als solcher nach allen Richtungen Licht entstralender) Punkt, so werden dessen zur Spiegelfläche gelangende divergente Stralen, durch die Reflexion in parallele Stralen verwandelt. Hieher gehört die neuere Einrichtung der sog. Reverberen.

§. 110.

Sphärische Hohlspiegel vereinen zwar ebenfalls die seitwärts ihrer Axe, ohnfern derselben und mit ihr parallel einfallenden Stralen, durch die Reflexion in ihrem Hauptbrennpunkte (§. 93.) dessen die Brennweite genannte Entfernung vom Spiegel der halben Länge des Halbmessers der Hohlkugel gleichkommt, zu welcher der Spiegel als Kugelschnitt gehört, aber

wenn dergleichen Stralen nicht sehr nahe der Axe einfallen, so schneiden sie nach der Reflexion die Axe des Spiegels in Punkten, die zwischen dem Hauptbrennpunkte und der Spiegelfläche, jedoch dem ersteren stets nahe liegen. Werden daher von der ganzen Fläche eines sphärischen Hohlspiegels einander und der Axe parallele Stralen aufgefangen, so werden sie so zurückgeworfen, daß sie vor dem Spiegel nicht in einem Punkte, sondern in einer mehr oder weniger langen Brennlinie die Axe schneiden, welches zu einer (dem Verhältniß der Sehne des Spiegels zu seinem Durchmesser verkehrt proportionalen) Undeutlichkeit des durch die Kreuzung der reflectirten Stralen erzeugten physischen Bildes führt, welche man die Abweichung wegen der Kugelgestalt genannt hat. Da die Abweichung wegen der Kugelgestalt bei parabolischen Spiegeln wegfällt, so zieht man diese (sehr schwürig genau zu schleifende) bei Teleskopen den sphärischen Hohlspiegeln vor; S. 97 u. 157. Auch die besten sphärischen Hohlspiegel vereinen übrigens die der Axe parallel einfallenden Stralen (z. B. die der Fixsterne) nicht in eine sondern in mehrere nebeneinander laufende Brennlinien, und geben daher nie einen Brennpunkt, sondern stets einen Brennraum).

§. 111.

Der einzelne, in Richtung der Axe einfallende (mithin verlängert gedacht durch den Mittelpunkt der zugehörigen Kugel gehende) und so die Axe selbst bezeichnende, sogenannte Hauptstral geht bei beiden Arten sphärischer Spiegel (den hohlen und den erhabenen) in sich selbst zurück, und alle übrigen zu den Seiten desselben einfallenden Stralen, verhalten sich bei der Reflexion gegen ihn, wie sie sich zur Axe verhalten würden. Es ist daher bei beiderlei Spiegeln der Hauptstral zu betrachten, als die erleuchtete Spiegelaxe, deren Gegebensein sowohl die Gesetze erläutert, nach denen in einzelnen Fällen die parallelen, oder die mehr oder weniger divergenten, oder convergenten Stralen, sowohl von Hohlspiegeln als von erhaben gekrümmten Spiegeln zurückgeworfen werden, als auch die Bestimmung der in solchen Fällen entstehenden wirklichen oder geometrische Bilder erleichtert.

§. 112.

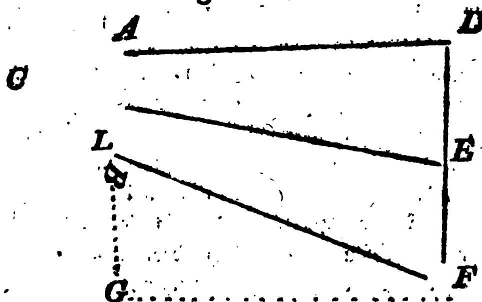
Für Hohlspiegel gilt hinsichtlich der Rückstralung (ausser dem bereits §. 110 Bemerkten) folgendes:

a) Divergentes Licht stralt nach Maaßgabe seiner größeren oder geringeren Divergenz (also gemäß der kleineren oder größeren Entfernung des dasselbe entstralenden Leuchtenden) von dem Spiegel so zurück, daß es sich entweder mit „geringerer Divergenz" als es bei der Einstralung besaß, oder dem Hauptstral „parallel", oder „convergirend" und dann in einem Punkte des Hauptstrals sich kreuzend, von dem Spiegel entfernt. Der erstere Fall tritt ein, wenn sich das Leuchtende in einem Punkte der Axe befindet, der zwischen den Hauptbrennpunkt und die Hohlfläche des Spiegels fällt; der andere ist gegeben, wenn die Stralen aus dem Hauptbrennpunkte oder aus einer ihr gleichkommenden Abstandsweite zum Spiegel gelangen; der dritte endlich, wenn die Stralen aus einer Entfernung vom Spiegel entwickelt werden, welche größer als die Brennweite ist. Im letzteren Fall gehen sie entweder sämmtlich in sich selbst zurück; dieses geschieht, wenn sie aus dem Mittelpunkte jener Hohlkugel einfallen, zu welcher der Spiegel als Kugelschnitt gehört (sie bezeichnen dann die durch sie erleuchteten Halbmesser der Kugel, und jeder einzelne bewegt sich gegen den entsprechenden Gegenpunkt der Hohlfläche in senkrechter Richtung) oder sie kreuzen sich (aus endlicher über den Kugelmittelpunkt hinaus liegender Ferne kommend) zwischen dem Mittelpunkt und dem Hauptbrennpunkt in einem (nach Maaßgabe der größeren oder geringeren Ferne ihres Entwickelungspunktes) veränderlichen Brennpunkte, oder es fällt ihre Kreuzung in einen Punkt des Hauptstrals, dessen Entfernung von der Spiegelfläche jene des Mittelpunkts mehr oder weniger übertrifft, und den man den Vereinigungspunkt nennen kann, und dieses wird geschehen, wenn das Leuchtende seine Stralen von einem Punkte aus entläßt, dessen Abstandsweite größer als die Brennweite aber kleiner als die Entfernung des Mittelpunkts ist.

b) Convergentes Licht wird mit vermehrter Convergenz zurückgeworfen.

Bem. 1) Durch Rückstralung der Axenrichtung parallel gewordenes Licht, kann (in Folge dieses erlangten Parallelismus) auf große Weiten ungeschwächt fortgepflanzt werden. Hieher gehört die Wirkung der gewöhnlichen Lampenspiegel oder sog. Reverberen. Da indeß nur derjenige Theil des Lichtes der in der Brennweite der Reverbere befindlichen Flamme in parallel stralendes Licht verwandelt werden kann, welcher der Spiegelfläche zugewendet ist, der abgewendete Theil hingegen mit unveränderter Divergenz fortgehend bei seiner Verbreitung in dem S. 261. bemerkten Verhältniß geschwächt wird, so kann man bei dergleichen Reverberen eine Einrichtung treffen lassen, durch welche dieser abgewendete Theil des Lichtes ebenfalls zusammengehalten wird; was den Vortheil gewährt, den größten Theil des Lichtes mit fast gleicher Stärke in beträchtliche Fernen fortzupflanzen. Es wird nämlich jener abgewendete Theil des Flammenlichts mit den Innenflächen eines abgestumpften, an beiden Enden offenen, weißblechenen metallenen Hohlkegels aufgefangen, wie Fig. 13 erläutert.

Fig. 13.



2) Es sey Fig. 13 FDC ein nach AB dergestalt abgeschnittener Kegel, daß FB mit der Vertikallinie BG einen Winkel CDF = 45° macht, damit die Oeffnung AB dicht an die Lampenflamme L gestellt werden könne. Wegen des so wenig wie möglich schiefen Schnitts AB muß diese Oeffnung oval und genau so groß sein, daß sie die Höhe einer (z. B. von einem Glascylinder umfaßten) Lampenflamme, und die Breite zweier Flammen hat. Uebrigens ist bei einer gewöhnlichen Lampe CB = ED = EF = $2^{1}/_{3}$ Zoll; BF = $5^{1}/_{3}$ Zoll; CF = $7^{1}/_{3}$ Zoll. Eine vorne mit solchem conischen Hohlspiegel versehene Flamme übertrifft hinsichtlich ihrer Wirkung, eine gewöhnliche übrigens eben so große Flamme gegen 18mal, und bei finsterer Nachtzeit giebt sie auf 50 bis 60 Fuß weit eine Helle, bei welcher man gewöhnliche Druckschrift lesen kann.

§. 113.

Ein **Wirkliches**, durch Zusammentreffen der reflectirten Lichtstralen innerhalb eines Durchsichtigen (oder auf einer durchscheinenden oder undurchsichtigen ebenen, den Chorden des Spiegels parallelen Fläche) erzeugtes Bild gewährt der sphärische Hohlspiegel 1) im **Hauptbrennpunkte**; wenn der leuchtende Gegenstand unendlich weit von der Spiegelfläche entfernt ist (z. B. das Bild der Fixsterne und der Sonne im Brennraum) 2) **zwischen dem Hauptbrennpunkte und dem Mittelpunkte**; bei endlicher, jedoch den Abstand des Mittelpunkts übertreffender Entfernung des Gegenstandes; 3) **in dem Mittelpunkte**; wenn sich der Gegenstand in diesem Punkte befindet. Es fällt hingegen 4) das Bild **über den Mittelpunkt** um so weiter **hinaus**, je näher der Gegenstand dem Brennpunkte rückt, und es wird 5) **unendlich weit** hinausgeworfen, wenn der Gegenstand in der Brennweite aufgestellt ist.

Anm. 1) Bei den sog. Geistercitationen und ähnlichen zur natürlichen Magie gehörigen Experimenten, pflegt man, wenn die Bilder mittelst Spiegelung erzeugt wurden, die reflectirten Stralen mit einer durchscheinenden ebenen Fläche aufzufangen, welche durch weißen Mauselin oder Flor erhalten wurde, den man, in einen Rahm gespannt, vor dem den Zuschauern zugewendeten Spiegel so aufgestellt hat, daß er in der übrigens finstern Umgebung nicht wahrgenommen wird. Dieser Spiegel ist indeß nicht jener, der z. B. das Bild einer lebenden Person auffängt, sondern hiezu dient ein anderer in einem offenen Nebenzimmer befindlicher, welcher das von ihm aufgefangene Bild dem gegen den Schirm gestellten Spiegel zuwirft. Der Gegenstand dessen Bild auf solche Weise in veränderlicher (seiner verschiedenen Abstandsweite unmittelbar auffangenden Spiegel entsprechender) Größe der Beschauung preisgegeben werden soll, muß möglichst stark beleuchtet und die Luft muß zu dergleichen Versuchen so dunstfrei wie möglich sein.

2) Die sämmtlichen wirklichen oder physischen Bilder haben eine Stellung, welche die umgekehrte des Gegenstandes ist, oder erscheint (gemäß der vorgängigen Kreuzung der Stralen) **verkehrt**.

3) Um die aus der Abweichung wegen der Kugelgestalt (§. 110) entspringende Undeutlichkeit der Bilder (z. B. des Sonnenbildes) möglichst zu vermindern, verdeckt man den Rand des Spiegels oder läßt ihn nur wenige Grade fassen.

4) Die Lichtstärke und dadurch die Brennkraft des Spiegels ist dem Quadrate seiner Brennweite umgekehrt proportional, und die Größen der phys. Bilder verhalten sich zu der Größe des Gegenstandes, wie beider Entfernungen vom Spiegel.

§. 114.

Rückt der Gegenstand dem Hohlspiegel näher als dessen Brennweite beträgt, so erscheint kein wirkliches Bild ausser, sondern nur ein vergrößertes geometrisches Bild in dem Spiegel, das hinter demselben stets etwas weiter von ihm entfernt ist, als die Abstandsweite des Gegenstandes beträgt, und dessen Stellung nicht verkehrt, sondern mit jener des Gegenstandes übereinstimmend ist. Man benutzt daher auch die Hohlspiegel als Vergrößerungsspiegel.

§. 115.

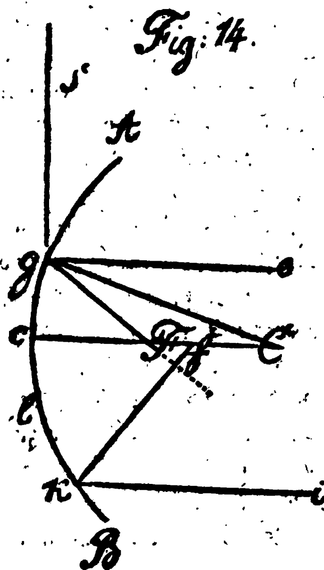
Die erhaben gekrümmten Spiegel werfen ohnfern der Axe und parallel derselben einfallende Stralen in solchem Maaße divergirend zurück, daß letztere in Gedanken rückwärts verlängert, hinter dem Spiegel den eingebildeten Brennpunkt desselben schneiden. Divergente Stralen werden von ihnen mit vermehrter Divergenz, und convergente entweder mit verminderter Convergenz zurückgeworfen (wenn der Abstand des solches Licht zuwerfenden Hohlspiegels, von dem convexen Spiegel weniger als die Hälfte des Halbmessers seiner Krümmung — oder noch nicht die Hälfte seiner eingebildeten Brennweite beträgt) und nur in diesem einzigen Falle können sie die Entstehung eines wirklichen, vor ihnen erscheinenden Bildes vermitteln, oder gehen als einander parallel, oder (bei einer den Krümmungshalbmesser des convexen Spiegels beträchtlich übertreffenden Entfernung des die convergenten Stralen zuwerfenden Hohlspiegels) mit geringer Divergenz von demselben zurück. Erhabene Spiegel geben daher in der Regel nur verkleinerte geometrische Bilder, die hinsichtlich ihrer Stellung jener des Gegenstandes gleichkommen.

Bem. 1) Nicht nur durch Hohlspiegel, sondern auch durch Verbindung mehrerer Planspiegel (§. 105) so wie auch mittelst der weiter unten hinsichtlich ihrer Durchstralungsabänderung zu erläuternden

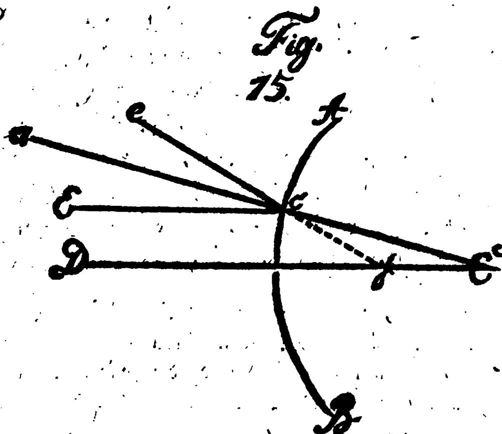
erhaben gekrümmten Gläser oder convexen Linsen, kann den convexen Spiegeln convergentes Licht zugestralt werden.

2) Unregelmäßig gekrümmte Spiegel (z. B. aus theils erhaben theils vertieft gekrümmten Flächen zusammengesetzte) geben geometrische Zerrbilder. Dasselbe bewirken aber auch Spiegel, welche nach dem einen Durchschnitte gerade, nach dem anderen hingegen regelmäßig gekrümmt sind; hieher gehören unter andern die cylindrischen und conischen Spiegel, und die mittelst derselben zu bewirkenden catoptrischen Anamorphosen. Jene Verzerrung die sie durch Spiegelung in dem einen Verhältniß hervorbrachten, heben sie durch jene des entgegengesetzten Verhältnisses wieder auf. Z. B. Man entwerfe den Umriß eines in dem aufrecht stehenden Cylinderspiegel entstandenen geom. Bildes auf Papier, und fange darauf die Stralen dieses Umrisses in demselben horizontal gelegten Spiegel wieder auf, so wird das durch den Umriß angezeigte Zerrbild im Spiegel wieder zum regelmäßigen Bilde umgestaltet.

3) Zur Erläuterung der in diesem und den nächst vorhergehenden §§. beschriebenen Wirkungen der gekrümmten Spiegel diene für den Hohlspiegel Fig. 14



und für den erhabenen Spiegel Fig. 15;



so daß in beiden Figuren A B den Durchschnitt des Spiegels und cC die Axe des Hohlspiegels bezeichnet. Es sey in Fig. 14 F der Hauptbrennpunkt, f der Vereinigungspunkt, e ein nahe der Axe in g, i ein fern von der Axe in k einfallender paralleler Stral, g C der Halbmesser und g s eine Tangente an g; so ist für den Stral e g der Einfallswinkel gegeben durch e g s oder e g C, und mithin der Reflexionswinkel C g F = e g C. Der Stral i k erreicht rückkehrend in Folge der „Abweichung wegen der Kugelgestalt" S. 273, nicht F sondern f; käme er hingegen aus l zurück, so würde er den Stral e g in F schneiden, und beide würden jenseits ihrer Kreuzung von jenem Gegenstande, welchem sie entstammeten, ein verkehrtes Bild darstellen, welches dann um so kleiner sein würde, je näher die auffangende Ebene in der Richtung von C nach F, dem Punkte F rückte. — In Fig. 15 bezeichnet hinter dem Spiegel C den Kugelmittelpunkt, f den eingebildeten Brennpunkt, cC den Halbmesser der Krümmung, D C die Spiegelaxe, E c den parallel der Axe einfallenden, e c den reflectirten Stral, c f die Richtung bei rückwärts gedachter, hinter dem Spiegel fortgehender Verlängerung und a c die Richtung des vorwärts verlängert gedachten Halbmessers cC; so ist Eca der Einfallswinkel, ace der Reflexionswinkel; E c a aber = a c e, und mithin a e die Rückstralungsrichtung.

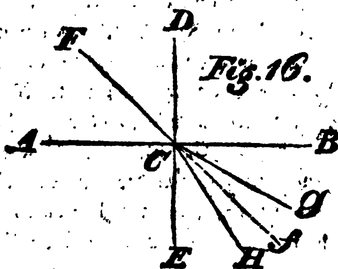
§. 116.

Geht ein Lichtstral unter einem schiefen Winkel aus der Leere in ein raumerfüllendes durchsichtiges Mittel, oder aus ei-

nem in das andere, hinsichtlich seiner Dichtigkeit (§. 13) oder seines stöchiometrischen Werthes (§. 28) von demselben abweichende Mittel über, so wird er beim Eintritte in das abweichende Mittel von seiner ursprünglichen Richtung abgelenkt, die ihm gewordene neue Richtung ebenfalls geradlinig verfolgend. Man nennt diese Ablenkung: die Brechung oder die „Refraction" des Lichtes, das dieselbe veranlaßende Medium: das Licht brechende Mittel, dessen Möglichkeit solche Ablenkung zu veranlaßen, seine Brechungsfähigkeit und den abgelenkten Stral: das gebrochene Licht; vergl. S. 159.

Bem. 1) Stralen welche von einem Medium in das andere senkrecht einfallen, gehen ungebrochen hindurch. Die Bestimmung der erlangten Ablenkungsrichtung und der dabei eintretenden Veränderungen des abgelenkten Lichtes, ist Gegenstand der Dioptrik; S. 263. Bem. 13.

2) Es sey in Fig. 16



AB eine brechende Ebene und FC der einfallende Stral, so ist dessen fernere Richtung nicht Cf, sondern entweder CH oder CG, je nachdem der Stral durch die Brechung dem Neigungslothe (oder Einfallsloth) DE zu- oder von demselben abgelenkt wurde. Der Winkel FCD den der einfallende Stral mit dem Neigungslothe macht, heißt der Neigungswinkel; jener hingegen den das Neigungsloth mit dem gebrochenen Stral einschließt (also der Winkel ECH oder ECG) der gebrochene Winkel und der Winkel fCH oder fCG der Brechungswinkel.

§. 117.

Der schief einfallende Stral wird vom Neigungslothe abgelenkt, wenn er „aus dem dichteren" Mittel „in das

„dünnere" (oder bei gleicher Dichte beider Mittel: aus dem brennbaren in das minder brennbare oder mehr verbrannte) übergeht, erleidet hingegen Zulenkung zum Neigungslothe, wenn die über- oder hintereinander liegenden Medien (oder die Leere und das raumerfüllende Medium) das entgegengesetzte Lagenverhältniß haben, so daß z. B. der Stral aus dem dünneren in das dichtere Mittel übertritt.

Bem. 1) Hält man einen geraden Stab in schiefer Richtung so in Wasser, daß ein Theil desselben noch herausragt, so scheint er an der Wasseroberfläche gebrochen zu sein. Fische scheinen höher zu schwimmen, als sie sich wirklich befinden; eine Münze, welche in einer flachen mit Wasser gefüllten Schale liegt, scheint in Richtung der Oberfläche gegen das Wasser gesehen, auf derselben zu schwimmen und von der Seite betrachtet doppelt zu sein; die aufgehende Sonne sendet uns vermöge der (astronomischen) Stralenbrechung (159) schon einen Theil ihrer Stralen, während sie noch unter dem Horizonte ist, und von der untergehenden Sonne erhalten wir auf ähnliche Weise noch Stralen, während sie schon unter dem Horizonte steht. Newton folgerte aus der großen Brechungsfähigkeit (oder sog. Brechbarkeit) des Demants, die größer ist, als sie seiner Dichte zufolge sein sollte, daß derselbe ein brennbarer Körper sey; was gegen Ende des vorigen Jahrhunderts chemische Versuche ausser Zweifel setzten. Ueber Newton's, Biot- und Arago's, Brewster's u. A. hieher gehörige Versuche; vergl. m. Experimentalphys. Cap. X. Abschn.

2) Als physische Ursache der Brechung gilt bei den meisten Naturforschern die von Newton dafür angenommene (nach Laplace nur in unendlich kleinen Fernen wirkende) Anziehung, die das brechende Medium auf das Licht ausübt, und die ihrem Wesen nach übereinstimmend ist mit jener, welche die Phänomene der Capillarität (S. 193) veranlaßt, wenn sie statt gegen das Licht gerichtet zu sein, von den Innenwänden röhrenförmiger Körper gegen tropfbare (oder auch gegen gasige) Flüssigkeiten wirksam ist; vergl. auch m. Experimentalphys. S. 383. Newton's Versuchen und den späteren bestätigenden, von Biot und Arago angestellten, zufolge, ist jener Anziehung gemäß das Brechungsverhältniß (ausdrückbar durch sin. i : sin. r, wenn sin. i den Sinus des Einfallswinkels und sin. r den des gebrochenen Winkels bezeichnet) oder das Verhältniß der Sinusse der von dem einfallenden und dem gebrochenen Strale mit dem Neigungslothe gemachten Winkel, bei gleichförmiger Dichte und Brennbarkeit eine unver-

ändert bleibende, der Dichte und der Brennbarkeit des Mediums proportionale Größe. Ist aber wirklich die im Verhältniß der Dichte und Brennbarkeit stehende Anziehung des brechenden Mediums die Ursache der Ablenkung, so geht schon aus der Betrachtung von Fig. 16 hervor, daß letztere nicht erfolgen kann, wenn der Lichtstral in die Begrenzungsebene des brechenden Mediums senkrecht einfällt, denn in diesem Falle wird die Anziehung vor dem Eintritt in derselben geraden Linie wirken, in welcher sich der Lichtstral bewegt, und es werden beim Eintritte in die Ebene, die Größen der von allen Seiten her wirkenden Ziehungen einander gleich sein; dem schief einfallenden Strale werden hingegen von den entgegengesetzten Seiten her ungleich starke Ziehgewalten dargeboten, welche während des ganzen Durchgangs des Strals stets dasselbe Verhältniß ihrer Größenungleichheit beibehalten, und daher die beim Eintritte bewirkte Ablenkung des Strals während der ganzen Durchgangsdauer in der Eintrittsrichtung unverändert (also geradlinig) beibehalten lassen.

3) Es folgt ferner aus der Annahme der Anziehung als Brechungsursache, daß das Licht (in unendlich kleiner Ferne) vor dem Eintritte beschleunigt wird. Gemäß der Trägheit wird ihm diese Eintritts-Beschleunigung während der ganzen Dauer seines Durchgangs unverändert bleiben, wenn das Medium nicht wiederum verzögernd auf ihn wirkt. Solche Verzögerung würde aber nur möglich sein, a) wenn der in der Richtung des Strals eintretende Widerstand von Punkt zu Punkt zunehme, was aber nicht der Fall ist, da das Licht den Raum nicht erfüllt und mithin für dasselbe der körperliche Widerstand des Mediums = 0 ist; b) wenn auf den Stral von den Seiten her mit größerer Stärke ziehend gewirkt würde, als solches von denen in seiner Bahn liegenden Gegenpunkten geschieht (z. B., wenn der Stral innerhalb der Luft nahe am Rande eines festen Körpers vorbeigeht) und c) wenn sich überhaupt nicht die den Stral treffenden Gegenziehungen in ihren Wirkungen auf denselben aufhöben, (ins Gleichgewicht stellten) weil sie einander entgegengesetzt sind. Ist daher die Summe jener Seitenziehungen gleich der Summe der in der Richtung des Strals wirkenden Gegenziehungsgrößen, und heben sie sich daher in ihren Wirkungen gegenseitig auf, so wird die Geschwindigkeit des Strals (nach dem Eintritte = c gesetzt, wenn sie vor der Brechung = 1 war) gemäß dem Gesetze, daß die Wirkungen oder beschleunigenden Kräfte sich verhalten wie die Quadrate der erzeugten Geschwindigkeiten (§. 59 B. 5) $c^2 - 1 = d^n = \frac{\sin . i^2}{\sin r^2} - 1$ gleich sein dem Brechungsvermögen des Mittels. Da nun bei gleichen stöchiometrischen Wer-

chen und veränderlicher Dichte das Brechungsvermögen der Materien der gegebenen Dichte proportional ist, so wird die Eigenbrechung oder das specif. Brechungsvermögen einer Materie von bekanntem mit p bezeichnetem Eigengewichte = $\frac{d^2}{p}$ sein; Biot III. 296, wie dieses nachstehende Uebersicht der durch Newton bestimmten Eigenbrechungen verschiedener Materien nachweißt, wo die letzte Columne (zur Vermeidung der Decimalbrüche mit 10000 multiplicirt) das große Brechungsvermögen der Brennbaren nachweißt;

Brechende Materien	sin. i : sin. r	d^2	p	$\frac{d^2}{p}$
Luft	3201 : 3200	0,000625	0,0012	5208
Glas, gemeines	31 : 20	1,402500	2,5800	5436
Bergkrystall	25 : 16	1,445000	2,6500	5450
Doppelspath	5 : 3	1,778000	2,7200	6536
Vitriolöl	10 : 7	1,041000	1,7000	6124
Regenwasser	529 : 396	0,7800	1,0000	7845
Alkohol	100 : 73	0,8765	0,8660	10121
Kampfer	3 : 2	1,2500	0,9960	12551
Baumöl	22 : 15	1,1511	0,9130	12607
Leinöl	40 : 27	1,1948	0,9320	12819
Terpentinöl	25 : 17	1,1626	0,8740	13222
Demant	100 : 41	4,9490	3,4000	14556

4) Brewster's Versuchen zufolge soll das Brechungsvermögen des chromsauren Bley und Realgar (Schwefelarsenik) noch größer sein, als jenes des Demant; indeß ist die Zuverläßigkeit seines Verfahrens und die Richtigkeit seiner Berechnungen in Zweifel gezogen worden; Gilbert's Ann. XXIV. 394. Biot's und Arago's Versuche gaben die Eigenbrechung des Wasserstoffgases (bei einer Dichte von 0,07321, die der atmosphärischen Luft = 1,00000 gesetzt) = 6,61436, die des Sauerstoffgases (bei 1,10359 Dichte) = 0,86161 die des kohlensauren Gases (bei der Dichte von 1,51961) = 1,00476 und die des Stickgases (bei 0,96913 Dichte) = 1,03408; vergl. m. Experimentalphys. a. a. O. — Die Brechung des Glases zeigt ein gläserner Würfel, und das scheinbare Hinaufrücken unter dickem Glase liegender Gegenstände.

5) Wird beim Uebergange des Strals aus dem dichteren in das dünnere Mittel der Brechungswinkel größer als der Sinus totus, so geht die Brechung in eine Zurückstralung über, die alles Licht von der hinteren Fläche des durchsichtigen Mittels rückkehren läßt.

6) Ueber oder neben einander liegende Mittel von verschiedenem abwechselnd größerem und kleinerem Brechungsvermögen gewähren unregelmäßige Ablenkungen des gebrochnen Strals; bilden hingegen

die sich berührenden Schichten eine hinsichtlich des Brechungsvermögens gleichmäßig zu- oder abnehmende Reihe, so wird der Stral regelmäßig gekrümmt, und erzeugt dann mannichfaltig abweichende schwebende Bilder. Hieher gehören die flimmernden Bilder welche von der Sonne erhitzte dunkle Körper (z. B. die Dächer entfernter Häuser) die Luft in den offenen Fenstern stark geheitzter Zimmer, jene vor den Ofenöffnungen, über fast bis zur Glut erhitzte Metallbleche, über Kohlpfannen ꝛc. erzeugen, und die man nach Wollaston auch von Gegenständen entstehen laßen kann, welche sich hinter Glasgefäßen befinden, deren dünne, ebene und parallele Seitenwände vorsichtig übereinander geschichtete durchsichtige Flüssigkeiten (z. B. Schichtungen von Schwefelsäure, wäßriger Schwefelsäure, Wasser und Weingeist) einschließen; a. a. O. — Einfluß barometrischer und thermometrischer Aenderungen der Luft auf deren Brechungsvermögen: Gilbert's Ann. XXVII. 449. Luftfeuchte hat Biot's und Arago's Vers. zufolge auf die Lichtbrechung der Luft nur unbedeutenden Einfluß.

7) Die überraschendsten hieher gehörigen Erscheinungen gewährt die sog. Luftspiegelung, welche meistentheils in der Luft schwebende, scheinbar von Wasser umgebene verzogene Bilder der hinreichend beleuchteten auf der Erdoberfläche befindlichen Gegenstände darzustellen pflegt, und gemeinhin entsteht, indem bei stiller Luft die auf der Erdoberfläche ruhende Luftschicht durch Sonnenlicht so erwärmt wird, daß sie langsam aufsteigt und in einer gewissen Höhe schweben bleibt, oder indem die (Ufer bespühlende) Meere, Landseen, Sümpfe ꝛc. bedeckende Luftschicht stärker als die übrigen in der Nähe befindlichen Luftschichten abgekühlt ist; die in das Auge des Beobachters gelangenden Stralen der hinter oder unter der Luftschicht liegenden Gegenstände werden dann mehr oder weniger erhaben oder vertieft gekrümmt, und wenn dadurch der Gegenstand in der Luft zu schweben scheint, so ruht dieses Luftbild auf dem umgekehrten Bilde eines Streifens des über dem Gegenstande befindlichen Himmels. Am auffallendsten zeigen sich die zur Klasse der Luftspiegelung gehörigen Bilder, welche zuerst Athanas. Kircher unter der Benennung Fata morgana beschrieb; desgleichen oftmals die vom leuchtenden Scheine umflossenen Bilder einzelner Personen, die sog. Erhebung oder das Seegesicht ꝛc.; a. a. O. — Auch die Richtung der durch astronomische oder irdische Stralenbrechung abgelenkten Stralen, ist — weil die Dichte der denkbaren Luftschichten nie gleich — eigentlich eine krummlinige. Mollweide's Bem. über Wollaston Verfahren die brechenden und zerstreuenden Kräfte der Durchsichtigen vermittelst prismatischer Reflexion zu erforschen, nebst Tabellen über die brechenden Kräfte verschiedener Materien; Gilbert's Ann. XXXI. 235 und 398.

§. 118.

Laufen die Begrenzungsflächen eines durchsichtigen Mittels einander nicht parallel, so werden auch die durchfallenden Lichtstralen von den zu seinen Seiten liegenden Massen nicht einander entgegenwirkende gleiche (und daher hinsichtlich ihrer Wirkungen auf das Licht sich aufhebende) sondern ungleiche Anziehungen erleiden, und es wird daher jeder einzelne solcher Stralen, eine der Neigung der Begrenzungsflächen und der Größe seines Einfallswinkels gemäße Ablenkung von seiner ursprünglichen Richtung erleiden. (§. 116. Bem. 2), wie dieses die Wirkungen des Kantenglases, der Wollastonschen Camera lucida, die dioptrischen Anamorphosen und verschiedene ähnliche Vorrichtungen darthun; m. Experimentalphys. a. a. O.

Bem. 1) Hieher gehört auch das Collectivprisma der Patentboussolen, und das Verfahren das Brechungsverhältniß durchsichtiger Medien zu bestimmen; oben S. 282. u. ff.

1) Krummlinig begrenzte Flächen durchsichtiger Medien bewirken von Punkt zu Punkt von einander abweichende Ablenkungen der Richtungen einfallender Stralen und gewähren Bilder, weche regelmäßig begrenzt erscheinen, wenn jene Krümmungen selbst gleichmäßig waren, hingegen verzerrt, wenn sie ungleichmäßig z. B. ungleich erhaben oder ungleich vertieft sind, oder wenn sie beiderlei Krümmungsungleichheiten darbieten. Nur im ersteren Falle vermag man die Art und Beschaffenheit des mittelst Brechung zu erzeugenden Bildes auf bestimmte, durch Versuche erläuterbare Gesetze zurückführen, wie dieses vorzüglich bei den unter dem Namen der Glaslinsen, Linsengläser, Loupen oder Linsen bekannten gleichmäßig erhaben oder vertieft gekrümmten, in Brillen, Mikroskopen und Fernröhren vorkommenden optischen Gläsern der Fall ist.

§. 119.

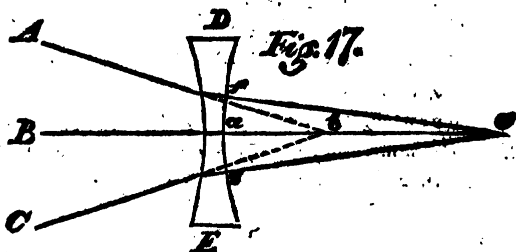
Hinsichtlich ihrer Wirkung unterscheidet man zwey Klassen von Glaslinsen: vergrößernde oder Sammlungsgläser und verkleinernde oder Zerstreuungsgläser; erstere sind in der Mitte dicker als am Rande, letztere hingegen am Rande dicker als in der Mitte, und während die ersteren rücksichtlich der Zulenkung welche sie brechend den durchfallenden Lichtstralen ertheilen, den reflectirenden Hohlspiegeln ähneln (§. 113) lenken die letzteren

die durchgehenden Stralen brechend von einander ab, hierin den divergirenden Wirkungen der rückstralenden erhabenen Spiegel sich nähernd.

Bem. 1) Bei beiderlei Gläsern heißt die durch die Mitte gehende gerade Linie die Axe und der in ihrer Richtung einfallende Stral der Axenstral; er geht in beiden ungebrochen durch, und dient auf ähnliche Weise zur Bestimmung der Brechungsrichtung der übrigen Stralen, wie die „Hauptstralen" der gekrümmten Spiegel für die übrigen von ihnen zurückgeworfenen Stralen.

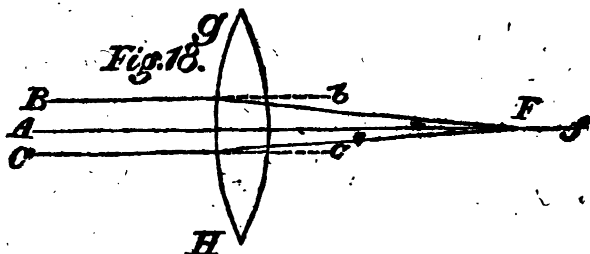
2) Die Hohllinsen sind entweder auf beiden Seiten vertieft (biconcav), oder auf der einen eben und auf der anderen „vertiefte" (planconcav), oder auf der einen wenig erhaben gekrümmt und auf der anderen „vertieft" (concavconvex); die erhabenen Linsen bieten hingegen entweder beide Seiten gleich oder ungleich stark gekrümmt (biconvex) dar, jedoch so, daß jede der Seiten gleichmäßig gekrümmt ist, oder es ist die eine der Seiten eben und die andere „erhaben gekrümmt" (planconvex), oder sie zeigen auf der einen Seite Hochkrümmung, auf der andern der anderen hingegen Hohlkrümmung, so daß der Halbmesser der erhabenen Seite kleiner ist als jener der Hohlkrümmung. (meniscus). Am gewöhnlichsten sind die biconcaven und biconvexen Linsen; sie mögen daher zur Erläuterung der Gesetze dienen, nach welchen in beiderlei Linsen die durchgehenden Stralen gebrochen werden.

3) Es sey in Fig. 17



DE der Durchschnitt einer auf beiden Seiten vertieft gekrümmten Glaslinse, und c der Punkt aus welchem die Stralen cf, cba und cg zur Hohlfläche des Glases gelangen; so geht unter diesen cba in Richtung der Axe bei a ungebrochen nach B, hingegen cf nach A u. cg nach C, so als ob letztere beide aus b kämen. Da der Winkel AbC größer ist, als fcg, so ist die Divergenz der Stralen durch die Brechung vermehrt worden. Fallen hingegen die Stralen aus den Punkten A und C ein, so zeigen die Linien fc und gc die Richtung ihrer verminderten Convergenz.

4) Durch GH Fig. 18



werde der Durchschnitt einer biconvexen Linse bezeichnet, deren Axenstral Af ungebrochen durchfällt, während die vor der Brechung einander parallelen, bei ihren Anfangspunkten durch B und C angedeuteten Stralen, statt nach b und c fortzugehen, durch die Brechung einander zugelenkt werden und bei F den Axenstral schneiden. Weiter als B und C von der Axe entfernte, derselben aber parallele Stralen, würden wegen Abweichung von der Kugelgestalt (§. 113. Bem. 3) des Glases nicht in F, sondern zwischen F und der demselben zugewendeten Glasfläche vereint werden (weßwegen man an dem Rande solcher Gläser eine Bedeckung oder „Apertur" anbringt, damit die daselbst einfallenden Stralen abgehalten und ihre sonst eintretende, Undeutlichkeit des Bildes veranlaßende, Vereinigung vor F verhütet werde).

5) Der Punkt in welchem sich die parallel und nahe der Axe einfallenden Stralen jenseits der convexen Linse kreuzen, heißt der Hauptbrennpunkt oder Brennpunkt des Glases (für GH Fig. 18 ist es F) und dessen Entfernung von dem Axenpunkt der Mitte des Glases (öfters auch von der hinteren oder von der vorderen Fläche desselben) heißt die Brenweite. Man findet sie (so fern die Dicke des Glases nicht in Betracht kommt) wenn man das doppelte Product der Halbmesser beider Flächen durch die Summe dieser beiden Halbmesser dividirt. Indeß gilt auch hinsichtlich dieses Brennpunkts, was von jenem der Hohlspiegel rücksichtlich des „Brennraums" bemerkt wurde. — Für concave Gläser heißt der Punkt, in welchem sich der Axe parallel einfallende Stralen vereinigen würden, wenn man sie nach der ihnen gewordenen Divergenz in Gedanken rückwärts verlängerte, der eingebildete, negative Brennpunkt oder Zerstreuungspunkt und die Brennweite dieser Gläser wird eben so berechnet, als jene der convexen, nur mit dem Unterschiede, daß man die Halbmesser als verneinende Größen in Rechnung nimmt.

6) Die Vereinigung der mittelst convexer Linsen gesammelten Sonnenstralen im Brennraum der Linse, gewährt die Möglichkeit dero

gleichen Linsen als Brenngläser zu benutzen, welche wie die sphärischen Hohlspiegel mit dem Bilde der Sonne zünden. Jenseits der Kreuzung entwerfen die Stralen das Bild des Gegenstandes gegen eine auffangende Fläche in verkehrter Stellung. Ueber Tschirnhausens, Trüdaine's u. a. Brenngläser, vergl. m. Einleit. in d. neuere Chem. S. 153.

§. 120.

Für beiderlei Linsen gelten folgende Gesetze: 1) für Hohllinsen a) ohnfern der Axe und parallel derselben einfallende Stralen, werden dergestalt vom Axenstrale ablenkend gebrochen, daß sie in Gedanken rückwärts verlängert die Axe im Zerstreuungspunkte schneiden würden;

b) Divergent einfallende Stralen werden durch die Brechung noch mehr divergent, und würden rückwärts verlängert die Axe in einem Punkte treffen, der dem Glase näher liegt als der Zerstreuungspunkt;

c) Convergent einfallende Stralen werden in ihnen entweder in weniger convergente, oder in der Axe parallele oder in divergente Stralen verwandelt; vergl. §. 115. 2) für erhabene Linsen:

α) der Axe parlleles und nahe derselben einstralendes Licht, wird durch die Brechung hinter dem Glase im Brennpunkte desselben vereint;

β) divergent einstralendes Licht wird entweder zu minder divergentem, oder zu parallelem oder zu convergentem Lichte gebrochen, so daß im letzteren Falle der Vereinigungspunkt hinter den Brennpunkt fällt;

γ) convergent einfallendes Licht wird durch die Brechung noch mehr der Axe zustralend und schneidet dieselbe vor dem Brennpunkte.

Bem. 1) Farbige Stralen behalten beim Durchgange durch beiderlei Linsen ihre Farben bei (und wenn gebrochene Stralen durch farbige Gläser fallen, so gehen sie mit deren Farbe fort; z. B. beim Schattenspiel) und nur in dem Punkte in welchem sich mehrere verschiedenfarbige Stralen mittelst Kreuzung einen, entsteht ein dem Weislichte sich mehr oder weniger nähernder leuchtender Punkt.

2) Der Brennpunkt einer Brennlinse (oder überhaupt eines erhaben gekrümmten Glases) läßt sich auch durch den Versuch finden, z. B.

wenn man die eine Fläche der Linse mit einem zuvor vielfach fein-löcherig durchstochenen Papier so genau anschließend wie möglich bedeckt, und das Sonnenlicht auf eine parallel darunter gehaltene Fläche hindurchfallen läßt; in jeder von der Brennweite abweichenden Ferne werden sich soviel leuchtende Kreise bilden, als Löcher im Papiere sind; im Brennpunkte hingegen werden sämmtliche Stralenkegel in einen Kreis zusammenlaufen. Noch deutlicher zeigt eine Linse, durch welche das Sonnenlicht ins finstere Zimmer fällt, die Brennweite dort, wo die Spitzen der in Folge der Kreuzung der Lichtstralen gegeneinander gerichteten Stralenkegel sich berühren.

3) Beim Meniskus liegt der Brennpunkt in einer Ferne, welche gefunden wird, wenn man das Product der Halbmesser (der Krümmungen des Glases) mit der halben Differenz dieser Halbmesser dividirt."

4) Die vollendetste Anwendung der Gesetze der Lichtbrechung bietet das Auge dar, welches (beim Menschen und bei warmblütigen Thieren) aus verschiedenen mehr oder weniger durchsichtigen brechenden Feuchtigkeiten und Häuten besteht, innerhalb der Augenhöhle durch verschiedene Muskeln beweglich und gegen äussere Verletzungen durch jene Umgebungen geschützt ist, welche ihm von den Seiten her als Knochen und von vorne als Augenlieder, Wimpern und Braunen zugegeben sind. Das durch die Pupille einfallende Licht trifft die Krystalllinse (mit ihrer sog. krystallenen Feuchtigkeit, d. i. einer zwischen mehreren höchst weichen Lamellen befindlichen Gallerte), welche in einem aus Fibern bestehenden Ringe hängt, hauptsächlich (nach Maaßgabe ihres geringeren oder größeren Brechungsvermögens) die Weitsichtigkeit oder Kurzsichtigkeit des Auges bedingt und wenn sie heraus genommen worden, hinsichtlich ihres Wirkens durch die sog. Staarbrille ersetzt wird. Sie stellt nämlich eine biconvexe Linse dar, deren hintere Fläche gewöhnlich mehr erhaben gekrümmt ist als die vordere. Die bis zu ihr gelangten Lichtstralen, werden gemäß der Brechung welche sie in ihr erleiden einander zugelenkt, und gelangen endlich durch weitere Zulenkung ähnlicher Art zu der im Innern des Auges befindlichen, mit dem Sehnerven unmittelbar verbundenen Netzhaut (retina) auf derselben ein Bild erzeugend, wie dieses Magendie's Beob. an den Augen der weißen Kaninchen und der Kakerlaken auf dem Wege der Erfahrung bestätigt haben. Fehler wegen der „Abweichung von der Kugelgestalt" finden nicht statt, weil die Pupille nur jene Stralen hindurchläßt, welche ohnfern der Axe einfallen (§. 119. Bem. 4.) und weil die Retina selbst denen zum Bilde zu vereinenden Stralen eine krumme Fläche darbietet, vielleicht auch wegen der eigenthümlichen Krümmung der Linse. Zu Erzeugung von farbigem Lichte (s. weiter un-

ter S. 221) kommt es auch nicht, weil die verschiedenen Flüssigkeiten farbenausgleichend wirken (?) und Störungen durch Reflexion des Lichtes treten auch nicht ein, da sie die Innenflächen des Auges durch die Aderhaut (choroidea) u. durch die ebenfalls schwarze Traubenhaut (uvea) vermöge ihrer Schwärze aufhebt. Beim gesunden Auge beträgt die Entfernung in welcher das Bild auf der Netzhaut entworfen werden kann gegen 8 bis 12 Zoll; indeß vermag es, mittelst mehr oder minder merklicher Anstrengung, nahe und entfernte Gegenstände deutlich zu sehen, was auf Veränderungen im Innern des Auges schließen läßt, die bei der verschiedenen Divergenz der einfallenden Stralen eine solche Stellung seiner brechenden Medien herbeiführen, wodurch einer von der obigen abweichenden Netzhautentfernung ungeachtet noch deutliche Bilder möglich werden. Nur dem die einfallenden Stralen einander zu stark oder zu schwach zulenkenden Auge wird Hülfe durch den Gebrauch der Brillen (Lesegläser oder Lorgnetten); hingegen entbricht sie auf diesem Wege dem schwachen Auge. Bei herannahendem Alter mindert sich gewöhnlich das Brechungsvermögen des menschlichen Auges, (sey es in Folge verminderter Convexität des ganzen Auges oder wie gewöhnlich nur der Krystallinse), es bildet daher die weniger divergenten Stralen weiter Gegenstände hinlänglich deutlich auf der Netzhaut ab, während es die große Divergenz nahe entwickelter Stralen nicht mehr in solcher Ferne aufzuheben vermag, welche erforderlich ist, um sie auf der Netzhaut zum Bilde zu vereinen; es fällt mithin bei dem Weitsichtigen das Bild eines nahen Gegenstandes hinter der Netzhaut, und es bedarf derselbe eines convexen Glases, um die Stralen schon vor dem Eintritt ins Auge in ihrer Divergenz zu mindern. Bei jüngeren Leuten findet häufig der entgegengesetzte Fehler der Kurzsichtigkeit statt, und sie bedürfen concave Linsen, um dadurch die geringe Divergenz der Stralen entfernter Gegenstände so zu vermehren, daß sich die Stralen nicht vor sondern auf der Netzhaut zum Bilde begränzen. Durch fortwährendes Weitsehen ohne Gläsern (z. B. häufiges Verfolgen weitausgedehnter grüner Fluren und Wiesen mit denen einzelne Gegenstände suchenden Augen) kann man diesem letzteren Fehler in der Regel abhelfen. Jeder der zum Gebrauch der Brille schreitet (der convexen Linsen als Weitsichtiger und der concaven als Kurzsichtiger) beginnt am zweckmäßigsten mit Linsen von großer, 16 bis 20 Zoll betragender Brennweite, und wähle nur solche Gläser, die nach seinem Auge geschliffen worden sind. Zu dem Ende untersuche man, wie weit man bei hellem Tage mittlere Schrift deutlich sehen kann und zeige dem hinreichend geschickten Künstler diese Sehweite an, dieser bestimmt darnach die Brennweite der Gläser

$f = \frac{d\,f}{d-f}$, wo d die Deutlichkeitsweite des gesunden und f jene des fehlerhaften Auges bedeutet.

5) Läßt der Künstler die Gläser etwas weniger scharf, als sie nach dieser Formel ausfallen würden, so können dergleichen gefaßte Linsen allerdings die Benennung Conservationsbrillen erhalten, indem sie dem Auge die richtige Bildentwerfung gestatten und bewahren, aber nur zufällig kann dieses bei einer von gewöhnlichen Brillenhändlern (ohne Kenntniß der Sehweite des fehlerhaften Auges, nach bloßem Probieren) gekauften Brille der Fall sein. Nur einem Auge zu Statten kommende Gläser sind stets nachtheilige. Grüne Brillen werden beim Sehen grellen Lichtes für schwache Augen (z. B. bei Lichte des im Sauerstoffgase verbrennenden Phosphors) nöthig, sind sonst aber verwerflich; vergl. Adams Anweis. zur Erhalt. d. Gesichts übers. v. Kries, Gotha 1794. 8. — Jos. Skinner's Metallbrillen (Metallblättchen, welche in der Mitte ein kleines Löchlein haben; vergl. oben S. 261) Gilbert's Ann. LIV. S. 206. ff. Wollaston's periscopische Brillen; m. Experimentalphys. a. a. O. Beim beginnenden und selbst beim schon lange fortgesetzten Gebrauch auch der besten Brille befindet sich das Auge stets in einer (nicht selten schmerzhaften) inneren Spannung, die um so beträchtlicher eintritt, je kürzer die Brennweite der Gläser ist, mit deren Hülfe man die fehlerhafte Stralenbrechung im Auge compensirt, und die stets daraus entspringt, daß dem durch Gläser sehenden (überhaupt die Entfernungen nicht empfindenden, sondern seiner Beurtheilung gemäß sehenden) fast alle Hülfsmittel entgehen, welche zur richtigen Beurtheilung der Entfernungen und der Größe der Gegenstände erfordert werden; es ordnet sich daher das Innere des Auges nach den desfalsigen Bestimmungen unserer Einbildungskraft, und diese bestimmt gewöhnlich mehr oder weniger fern von der Wirklichkeit. Man muß daher durch Brillen wie durch andere optische Instrumente erst sehen lernen und es ist häufig der Fall, daß das ganz gesunde Auge, aus Mangel an Uebung, anfänglich durch ein dergleichen Werkzeug undeutlich oder gar nicht sieht.

6) In der Mitte des 16ten Jahrhunderts entdeckte J. Baptista Porta (ejusd. magia naturalis etc. Amst. 1664) daß das Licht beleuchteter Gegenstände, wenn es durch eine nicht zu große Oeffnung in ein finsteres Zimmer fällt, von denselben auf einer der Oeffnung der Wand gegenüber befindlichen weißen Wand Bilder entwirft; späterhin machte man die Vorrichtung: Camera obscura genannt dadurch tragbar, daß man das finstere Zimmer mit einem inwendig geschwärzten Kasten vertauschte, dessen Oeff-

nung mit einer biconvexen Linse versehen wurde, um die einfallenden Stralen zu sammeln, die man ausserdem nach dem Durchgange durch die Linse mit einem Planspiegel aufzufangen und gegen eine weiße Wand oder gegen untergelegtes weißes Papier, oder gegen ein oberhalb befindliches mattgeschliffenes Glas zu werfen pflegt; im letzteren Falle macht der in einiger Entfernung hinter der Linse befindliche Planspiegel mit der Axe einen Winkel von 45°, und reflectirt das Bild nach oben oder unten, so daß es auf einer horizontalen Ebene betrachtet und bequem nachgezeichnet werden kann, (wobei jedoch von dem Maler die Schärfe der Bilder vermieden werden muß, wenn seine Abbildung naturgetreu bleiben soll. — Wer den „Rheinfall“ bei Lauffen ohnweit Schafhausen gesehen, wird dessen verkleinertes Bild in der gegen über befindlichen „Camera obscura“ der Beschauung nicht unwerth halten). Die tragbare Camera obscura veranlaßte Kirchhoff's Erfindung der Camera clara, bestehend aus einem viereckigen Kasten, dessen Vorderseite eine etwas breite biconvexe Linse enthält, hinter welcher ein Planspiegel, unter einem Winkel von 45° so aufgestellt ist, daß er das aufgefangene Bild in ein zweites, im Deckel befindliches Sammelglas reflectirt, durch welches man es nun wie durch eine Loupe sieht. Nur in der Benennung ähnlich ist den erwähnten Vorrichtungen Wollaston's Camera lucida (S. 285), bestehend aus einem kleinen einseitigen Glasprisma, dessen obere beim Gebrauch wagerechte Fläche mit einer oben geschwärzten (mit einem kleinen Loche versehenen) Metallfläche bedeckt worden, dessen beide beim Gebrauch seitwärts liegende Grundflächen von messingener Fassung bedeckt sind, und das an einem sehr einfachen Gestell befestigt ist. Seine Hauptwirkung ist catoptrisch und da es die Gegenstände aufrecht und in der natürlichen gegenseitigen Lage abbildet, so empfiehlt es sich vorzüglich zum Aufnehmen von Landschaften; vergl. Gilbert's Ann. XXXIV. 353. ff.

7) Die von Athanasius Kircher erfundene Zauber-Laterne (laterna magica) enthält in der Röhre ihres vorderen Theils eine oder zwei breite Sammelgläser. Vor dem ersteren (d. h. vor deren dem Lichte der Lampe zugewendeten Fläche) befinden sich innerhalb des Kastens auf Glas transparent gemalte und (daher den durchgehenden Stralen ihre Farben ertheilende) Gemälde in einer Entfernung von dem hinteren Sammelglase, die jene der Brennweite dieses Glases um etwas übertrifft. Das Gemälde beleuchtet die Flamme einer Lampe, theils unmittelbar theils mittelst der Reflexion eines, hinter der Flamme, gegenüber dem Gemälde ebenfalls im Kasten befindlichen Hohlspiegels. Durch die Brechung kommen die (farbigen) Stralen zur Kreuzung, und gehen daher in verkehrter Richtung bis zu der

dem hintern (äussersten) Sammelglase gegenüber befindlichen Wand, wo sie das verkehrt gestellte Bild um so grösser entwerfen, je weiter die auffangende Wand (z. B. der in Rahm gespannte Mouselin) davon entfernt ist. Mit der zunehmenden Grösse mindert sich die Deutlichkeit des Bildes, das um aufrecht zu erscheinen die verkehrte Stellung des Gemäldes heischt. — Bei dem optischen oder perspectivischen Kasten müssen die hinreichend beleuchteten Gemälde innerhalb der Brennweite, aber nicht weit vom Brennpunkte des breiten 1½ bis 2 Fuß Brennweite habenden Sammelglases aufgestellt sein, wenn das Bild beträchtlich vergrößert und entfernt (und dadurch zwar minder scharf begränzt, aber gerade darum der Natur mehr getreu erscheinend) dargestellt werden soll.

8) Das erste was erfordert wird, wenn die Wirkung einer Linse beurtheilt werden soll, ist die genaue Kenntniß ihrer Brennweite; am meisten leuchtet dieses ein, bei der Wirkung der Mikroskope. Unter diesen kommt das Sonnenmikroskop und Lampenmikroskop der Einrichtung der Zauberlaterne am nächsten, von denen das erstere durch Sonnenlicht, das letztere durch reflectirtes Licht einer Argand'schen Lampe die Beleuchtung der vergrößert abzubildenden Gegenstände gewährt. Der Haupttheil dieser Mikroskope ist eine convexe, gewöhnlich in einer Röhre befindliche Linse, vor welcher in einer die Brennweite derselben wenig übertreffenden Ferne der abzubildende (durchscheinende) kleine Gegenstand befestigt wird; um diesen hinreichend zu beleuchten, befindet sich vor demselben entweder ein zweites Sammelglas, so daß der Gegenstand fast in dessen Brennraum steht, oder vorne zur Seite des Gegenstandes, denselben minder stark beleuchtend ein die Sonnenstralen auffangender und dem Gegenstande zuwerfender Spiegel. Das Rohr, welches die Linsen enthält, befindet sich beim Sonnenmikroskop in dem Fensterladen eines verfinsterten Zimmers, beim Lampenmikroskop in einem der Zauberlaterne ähnelnden Kasten. Mehr zusammengesetzt ist die Einrichtung des Adams'schen Lampenmikroskops; Gren's n. Journ. der Phys. I. 275.

9) Den §. 120 entwickelten Gesetzen gemäß, wird eine convexe Linse um so mehr vergrößern, je kleiner ihre Brennweite ist. Beträgt diese über einen halben Zoll bis zu einigen Zollen, so nennt man das Glas eine Loupe, ist sie hingegen kleiner als ½", so stellt das Glas eine mikroskopische Linse dar, u. wenn es in diesem Falle unterhalb mit Objectivschiebern oder mit einem verschiebbaren Planglase zum Auflegen der Objecte, und darunter mit einem das Sonnenlicht auffangenden und dem Objecte zuwerfenden Spiegel versehen ist, so nennt man es ein einfaches Mikroskop. Man gebraucht die mikroskopischen Linsen und einfachen Mi-

kroskope bei Gegenständen von solcher Kleine, daß man. sie, um sie unter einem hinreichend grossen Sehwinkel erscheinen zu lassen, dem Auge sehr nahe bringen muß; mit dieser Nähe wächst aber die Divergenz der Straken des Gegenstandes so beträchtlich, daß sie im Auge nicht auf, sondern hinter der Netzhaut zum Bilde vereinigt werden, man muß daher gleich den Weitsichtigen (Bem. 5) zwischen den Gegenstand und das Auge eine convexe Linse bringen, damit die Divergenz hinreichend d. i. so gemindert werde, als ob die Straken aus einer Ferne von 8 Zoll (§. 102. Bem. 6) kämen; und da bei einem gesunden Auge der Gegenstand in den Brennpunkt der Vergrößerungslinse, oder doch sehr nahe demselben gebracht werden muß, damit das Bild in der bemerkten Ferne erscheine, so schätzt man die Vergrößerung nach jeder Dimension als eben so oft gegeben, als die Brennweite der Linse in 8 Zoll enthalten ist; d. h. wie sich die Brennweite zu 8 Zoll verhält, so verhält sich 1 zur Zahl der Vergrößerung. Es zeigt aber die hiernach gefundene Vergrößerungszahl nur die Vergrößerung des Durchmessers des Gegenstandes, d. i. dieselbe, die man beim Sehen des vergrößerten Gegenstandes zunächst und unmittelbar schätzt; die Quadratzahl der „Vergrößerungszahl" des Durchmessers, giebt die Vergrößerung der gesehenen Fläche, und die Cubikzahl der „Vergrößerungszahl" jene des ganzen Körpers nach seinen drei Dimensionen. Z. B. die Vergrößerungszahl sey 50, so ist die Vergrößerung der Fläche 50 × 50 = 2500 und die des ganzen Körpers 2500 × 50 = 125000; die Künstler welche dergleichen Instrumente feilbieten, nennen aber nicht die Zahl jener Vergrößerung (des Durchmessers) welche man sehend unmittelbar findet, sondern die des ganzen Körpers, und Unkundige pflegen nicht wenig zu staunen, wenn sie hören, daß z. B. ein Mikroskop eine halbe Million mal vergrößert, und dann beim Durchschauen nur eine 80 malige Durchmesser-Vergrößerung wahrnehmen (die als solche einer Linsen-Brennweite von 0,1 Zoll entspricht).

10) Da die mikroskopischen Linsen sehr klein werden müssen, wenn sie beträchtlich vergrößern sollen, und dann nur wenig Licht zu fassen vermögen, so hat man Vorrichtungen aus zwei, drei oder mehreren convexen Linsen zu Stande gebracht, in welchen das Lichtfassungsvermögen und das Gesichtsfeld beträchtlich vergrößert sind; hieher gehört das zusammengesetzte Mikroskop, welches am besten aus drei convexen Linsen besteht, die entweder in senkrechter oder (nach neuerer Einrichtung) in horizontaler, (fernrohrähnlicher) Richtung hinter einander in verschiebbaren, inwendig geschwärzten, in einander gesteckten Röhren befestigt sind. Das vordere dem Objektivschiebe zunächst stehende Glas, führt dieser

Lage wegen die Benennung Objectivglas; es ist stets eine kleine mikroskopische Linse und gewöhnlich sind dem Instrumente mehrere dergleichen Linsen von stufenweise abnehmender Brennweite beigegeben. Das Object erhält seine Lage nahe vor dem vorderen Brennpunkte des Objectivglases, mithin würde in einer grösseren Entfernung hinter der Linse (also näher dem Auge) ein vergrössertes Bild in verkehrter Stellung des Gegenstandes entstehen; dieses Bild läßt man aber nicht zu Stande kommen, sondern fängt es mit einer 2 bis 3 Zoll Brennweite habenden, breiteren convexen Linse auf, welche deswegen den Namen Collectivglas führt. Gemäß der durch dieses zweite Glas eintretenden Stralenablenkung, entsteht nun hinter demselben ein kleineres Bild des Objects, welches dann durch das dem Auge zunächst befindliche Ocular (gewöhnlich eine einzöllige Linse d. i. eine Linse von 1 Zoll Brennweite) wie durch eine Loupe betrachtet wird. Mehr als drei Gläser mindern durch Lichtschwächung die Deutlichkeit der Bilder, und sind daher zu meiden. Die Vergrösserung der zusammengesetzten Mikroskope läßt sich durch Rechnung finden und noch leichter durch Messung schätzen, wenn man z. B. ein kleines zuvor genau gemessenes Object unter das Objectivglas bringt, und während man mit dem einen Auge in das Ocular schaut, mit dem anderen nach den Spitzen eines Zirkels sieht, den man in der Ferne des deutlichen Sehens vor das andere Auge hält. Man spannt hierauf die Spitzen des Zirkels so weit auseinander, bis sie um den durch das Mikroskop gesehenen und mit dem Abstand der Spitzen zu vergleichenden Durchmesser des Objects von einander stehen, mißt diesen Spitzenabstand auf einem verjüngten Maaßstabe, und dividirt ihn durch den zuvor nach demselben verjüngten Maaße bestimmten wahren Durchmesser des Objects; vergl. Fischer's mech. Naturl. 234. Noch genauer erfolgt die Messung mit Hülfe des Ramsden'schen Vergrößerungsmessers oder Dynamometer a. a. O. 230. u. m. Exp. II. Cap. X. — Zur Beleuchtung des durch das zus. Mikroskop zu betrachtenden Objects, dient übrigens ebenfalls ein vor dem Objecte angebrachter, Sonnenlicht (in Adams Lampenmikroskop: Lampenlicht) auffangender und dem Objecte zuwerfender Spiegel.

11) Fängt man das Bild des Sonnenmikroskop (Bem. 8) mit einem schiefgestellten Planspiegel auf und wirft es auf ein mattgeschliffenes Glas, so wirkt dieses Mikroskop zugleich als eine Camera obscura der neuern Art (Bem. 7), und in diesem Falle gewährt es neben großer (sonst bei weiten Fernen der auffangenden Wand sehr abnehmenden) Deutlichkeit, die Möglichkeit, daß mehrere Personen zugleich das Bild betrachten können, und daß man es bequem abzeichnen kann, da es in diesem Falle in horizontaler

Fläche erscheint. — Brewster: Beschreib. eines neuen zusammengesetzten Mikroskops, welches sich achromatisch machen läßt; Gilbert's Ann. L. 170. dessen: Beschreib. eines neuen aus einer Flüssigkeit gebildeten Mikroskops; a. a. O. 172. dessen: adjustirendes Mikroskop, wodurch sich Gegenstände, die in zwei verschiedenen Entfernungen sind, zugleich betrachten laßen; ebendas. 175. — Altmütter's Bemerk. über cylindrische Augengläser; a. a. O. LVIII. 433.

12) Zu den wichtigsten Anwendungen der Reflexions- und Refractionsgesetze des Lichts gehören die Einrichtungen der Fernröhre, vergl. S. 156—157. Es gründen sich diese Instrumente entweder nur auf Lichtbrechung durch Gläser, oder zugleich auf Spiegelung und Brechung. Erstere sind die früher, letztere die später erfundenen. Die vorzüglichsten sind: a) ältere auf Lichtbrechung gründende oder dioptrische: 1) das ältere holländische oder gallileische. Es ist das zuerst zu Anfang des 17ten Jahrhunderts (zufällig durch einen Brillenmacher in Middelburg, wahrscheinlich Jansen, und dann wissenschaftlich durch Gallilei) erfundene, besteht aus einem convexen Objectiv- und einem concaven Ocularglase von kürzerer Brennweite. Das verkehrte Bild entfernter Gegenstände, welches das Objectiv machen würde, fällt zufolge der Stellung dieses Glases, noch hinter der hinteren Brennweite des Oculars. Es zeigt die Gegenstände aufrecht und vergrößert den scheinbaren Durchmesser der Gegenstände so vielmal, als die Brennweite des Oculars in jener des Objectivs enthalten ist. Da aber sein Gesichtsfeld zu klein ist, so gewährt es keine starke Vergrößerungen, und wird daher nur zu Taschenperspectiven gebraucht. 2) Das astronomische oder Kepler'sche Sternrohr, aus zwei erhabenen Gläsern bestehend, läßt das von dem Objectiv gemachte verkehrte Bild, durch das Ocular von kleiner Brennweite so schauen, als ob der wirkliche Gegenstand nahe gerückt durch eine Loupe betrachtet würde; und da diese die Gegenstände nicht umkehrt, so erscheinen sie auch jetzt noch in verkehrter Stellung, was aber für die Sternbeobachtung gleichgültig ist. Das Ocular steht vom Objectiv ungefähr so weit ab, als die Summe beider Brennweiten beträgt, und die Vergrößerung ist ebenfalls so oft gegeben, als die Brennweite des Oculars in jener des Objectiv enthalten ist. Starke Vergrößerungen machen eine unbequeme Länge des Rohrs erforderlich. 3) Der Kometensucher (S. 157) entsteht, wenn man das Bild des Sternrohrs nicht zur Wirklichkeit kommen, sondern zuvor durch ein etwas breites Collectivglas auffangen läßt; es entsteht dann ein kleines Bild hinter dem letzteren Glase, welches durch das Ocular

wie durch eine Loupe gesehen wird. Es gewährt diese Einrichtung beträchtliche Vergrößerung des Gesichtsfeldes, ohne daß die Vergrößerung des Gegenstandes etwas verlöhre; denn im gleichen Verhältniß, wie das Bild kleiner wird, läßt es stärkere Vergrößerung zu. Gewöhnlich sind aber die „Aufsucher" so eingerichtet, daß sie nur wenig vergrößern, hingegen viel Licht fassen. 4) Das Erdrohr oder Erdfernrohr des Pater Rheita (von demselben im ersten Viertel des 17ten Jahrhunderts erfunden) verbindet mit dem convexen Objectiv drei ebenfalls erhabene (gewöhnlich in einer Röhre eingeschlossene) Oculare, die so gestellt sind, daß der hintere Brennpunkt jedes einzelnen mit dem vorderen des nächstfolgenden Glases zusammenfällt. Es ist gleichsam ein doppeltes astronomisches Fernrohr, giebt die Bilder der Gegenstände aufrecht, und wird beim Gebrauche so geschoben, daß das Bild des Objectiv um etwas weniges innerhalb der vorderen Brennweite des dem Objectiv nächsten (ersten) Oculars fällt. Dividirt man die Brennweite des Objectiv durch die eines der Oculare, so erhält man die Vergrößerungszahl dieses (Behufs starker Vergrößerungen ebenfalls unbequem zu verlängernden) Fernrohrs, dessen Gesichtsfeld vergrößert wird, wenn man die Brennweite der Oculare ungleich macht oder ein viertes Ocular hinzufügt. Alle diese älteren Fernröhre geben in Folge der „Abweichung von der Kugelgestalt" und der (weiter unten zu erläuternden) „Farbenzerstreuung" undeutliche Bilder (auch dann, wenn man die Größe des Gesichtsfeldes und die Helligkeit durch hinreichende Größe des Objectivs oder durch gehörige Apertur vermehrt und Einstralung fremden Lichtes durch Schwärzung der Innenflächen der Röhren und durch Einsetzen von sog. Blenden oder Blendungen möglichst verhütet). Beiden Fehlern half Newton ab, indem er parabolische Hohlspiegel (§. 109 u. S. 157) zum Auffangen des Lichtes wählte. b) auf Lichtspiegelung und „Brechung" gründende: 1) das Newton'sche Spiegelteleskop: bestehend aus einem (die Stelle des Objectivs der vorhin beschriebenen Fernröhre vertretenden) am Boden des vorne offenen Instruments befindlichen Hohlspiegel, einem beträchtlich kleineren, nahe beim Brennpunkte des Hohlspiegels und noch innerhalb seiner Brennweite, mit der Axe des Teleskops unter einem Winkel von 45° gegen dieselbe stehenden Planspiegel und einem zur Seite angebrachten Ocular. Der Planspiegel wirft das durch den Hohlspiegel gemachte Bild ferner Gegenstände in den Brennpunkt des Ocular, in verkehrte Stellung und so vielmal vergrößert, als die Brennweite des Oculars in der Brennweite des Hohlspiegels enthalten ist. Ueber Herschel's und Schröter's Vervollkommungen dieses Instruments s. oben

S. 157; in diesem letztern Teleskope ist der Planspiegel weggelassen und das Ocular zur Seite der vordern Oeffnung angebracht. 2) Das Cassegrain'sche, statt des ebenen mit einem kleinen convexen Fangspiegel versehene. Der Brennpunkt des Fangspiegels fällt über den des durchbrochenen, in der Mitte durchlöcherten Hohlspiegels; das Ocular steht in der Axe des Teleskops und die Bilder der Gegenstände erscheinen durch dasselbe in verkehrter Stellung. Es gehört zu den minder gebräuchlichen. 3) das Gregory'sche (von Hook 1664 ausgeführt, am meisten in Gebrauch gekommen) mit einem durchbohrten großen Hohlspiegel und einem kleinen, um die Summe beider Brennweiten von ersterem entfernten hohlen Fangspiegel, mit zwey erhabenen, in der Axe des Teleskops liegenden, um die Summe ihrer Brennweiten von einander entfernten, hinter dem großen Hohlspiegel befindlichen Ocularen, die Gegenstände erscheinen aufrecht und die Vergrößerung verhält sich wie der Quotient der Brennweiten beider Spiegel multiplicirt mit dem Quotienten der Brennweiten beider Gläser. — Den Fehlern der dioptrischen Fernröhre a) auszuweichen, verfertigte man ehemals Objectivlinsen von sehr langer Brennweite, erreichte jedoch dadurch hinsichtlich der durch Brechung erzeugten Farben nur höchst unvollkommen seinen Zweck. — Euler, die Farbenlosigkeit der im Auge erzeugten Bilder berücksichtigend, folgerte daß auch die Objective das durch sie zu brechende Licht farbenlos fortpflanzen würden, wenn man dieselben aus Gläsern von verschiedener Brechungsfähigkeit zusammensetzte; John Dolland sich erinnernd daß Newton bereits vergeblich versucht hatte, jenen Fehler durch Doppelobjective aus Glas und Wasser abzuhelfen, verwarf Euler's Folgerung, (um so mehr, da Newton gefunden haben wollte — was aber späterhin als Irrthum erkannt wurde — daß das aus Wasser und Glas fahrende Licht nur dann farblos erscheine, wenn es dem einfallenden Licht parallel gewesen sei, wonach bei gekrümmten brechenden Medien, mithin bei dioptrischen Instrumenten die Farbenzerstreuung unaufhaltbar hätte sein müssen) bis Klingenstierna durch dessen diesen Gegenstand betreffende Untersuchungen, in den Schwed. Abh. d. Akad. d. Wiss. von 1754 (Kästner's Uebers. XVI. 300) und darauf angestellte eigene Versuche ihn vom Gegentheil überzeugten. So ward Dolland in London Erfinder c) der (auch nach ihm benannten) achromatischen Fernröhre oder Achromate, die späterhin von seinem Sohne beträchtlich verbessert wurden und jetzt von ausgezeichneter Güte im Optischen Institute in Benedicbeuern unter Fraunhofer's Leitung gefertigt werden; Gilbert's Ann. LIX. 196. Gewöhnlich besteht das eine der Gläser aus dem

stärker brechenden (grünlichen Spiegelglas) und das andere aus dem mehr Farben zerstreuenden Flintglas (englischen Krystallglas) deren Brechungsvermögen sich gemeinhin zu einander verhalten, wie 58 : 53 und in der Regel versucht man erst die Glassorten, indem man sie zuvor zu achromatischen Prismen verbindet. Ein solches zusammengesetztes aus einem Crownglasprisma und einem Flintglasprisma bestehendes achromatisches Prisma, giebt nach Dolland eine Brechung = 11°, wenn der entgegengesetzte Brechungswinkel des Crownglases = 30° und jener des Flintglases = 19° war. Vollkommene Achromaticität erlangen die Doppelobjective, wenn alle Stralen von zwei bestimmten Farben, sowohl jene der Axe unendlich nahegehende als auch die, welche am Rande einfallen in Einen Punkt vereinigt werden; (vergl. oben S. 287) es müssen zu dieser Absicht, wie Gauß gezeigt hat (a. a. O. LIX. 188 u. ff.) beide Linsen convex-concav und mit den convexen Flächen nach dem Gegenstande gerichtet seyn. — Euler zeigte, daß dreifache Objective, aus zwei Sammelgläsern von Crownglas und einem zwischen liegenden Zerstreuungsglas von Flintgla den Doppelobjectiven vorzuziehen sein. Bei Zschokke's Anwesenheit in Benedictbeuern ließ Fraunhofer ein Objectiv von 9 Zoll Öffnung und 14 Fuß Brennweite fertigen; mittelst starkzerstreuenden Flüssigkeiten farbenlose oder sog. aplanatische Objective darzustellen, gelingt nicht, weil die Temperaturveränderung zu beträchtlichen Einfluß auf die Brechung hat, und diese sich bei gleichen Wärmezunahmen nicht gleichförmig ändert; Fraunhofer a. a. O. Ueber Heliostate und Heliometer; vergl. m. Experimentalph. a. a. O.

§. 121.

Läßt man das weiße reflectirte (z. B. von weißen Wolken zurückgeworfene) Licht durch dünne durchsichtige, an einer oder an beiden Seiten von andern durchsichtigen Mitteln begrenzte Blättchen stralen, so erscheint es regenbogenfarbig; etwas Aehnliches beobachtet man auch an schief einfallendem und gebrochenem Lichte, so fern es die ungleiche Brechung in Luftschichten oder in Blättchen von geringer Dicke erleidet. Schon Newton zeigte, daß hiebei die jedesmalige Farbe mit der Dünne des Blättchen in Verhältniß steht, und daß daher bei abwechselnd veränderter Dünne, die Farben stets in einer bestimmten Ordnung zum Vorschein kommen. Es gehören hieher die Farben der Seifenblasen, die Schillerfarben der Schmetterlings-

Kugel, Fischschuppen ꝛc. das Iridisiren verschiedener Gesteine, die Anlauffarben des Stahls und überhaupt das Farbenspiel der Metalle bei beginnender Oxydation. Vorzüglich schön zeigen die Erscheinung dünne, mit verschieden gearteten durchsichtigen Medien überzogene, (mehr oder weniger durch beginnende Verwitterung oberflächlich aufgeblätterte) der freien Luft und der Sonne preisgegebene Glasscheiben.

Bem. 1) Newton forschte zuerst nach dem Grunde dieser Erscheinung auf wissenschaftlichem Wege durch genaue Versuche. Unter andern legte er eine convexe Linse von sehr großer Brennweite auf ein vollkommen ebenes Glas, so daß ihre Fläche von der des Planglases unter einem sehr kleinen Winkel abwich, und erhielt nun im Berührungspunkte einen schwarzen Fleck; diesen umgab zunächst ein weißer Saum, den wiederum nacheinander eine unbestimmbare Menge regenbogenfarbiger concentrischer Kreise oder sog. Farbenringe einschlossen; drückt man zwey nicht zu große und nicht zu dünne Glasscheiben aufeinander, so erhält man eine ähnliche Erscheinung. Haben beide Gläser statt Luft reines Wasser zwischen sich, so vermindert sich die Intensität der Farben und die Größe der Durchmesser der Farbenkreise, und läßt man die Farbenkreise von einfarbigem Lichte bestralen, so erscheinen sie dunkel begrenzt; über mehrere hieher gehörige Versuche s. m. Experimentalphys. a. a. O.

2) Das zwischen liegende Wasser verringerte den Durchmesser der Farbenkreise im Verhältniß von 7 : 8. Indem Newton den Durchmesser des kleinsten, bei zwischenliegender Luft erhaltenen Farbenkreises = 1 setzte, bestimmte er messend die Größen der übrigen, wie folgt:

Durchmesser	Quadrate derselben (die arithmetische Reihe nachstehender ungleicher Zahlen befolgend)	Differenzen
1,00000	1	— 0,73205
1,73205	3	— 0,50402
2,23607	5	— 0,40968
2,64575	7	— 0,35425
3,00000	9	— 0,31663
3,31663	11	— 0,28892
3,60555	13	— 0,26743
3,87298	15	

Diejenige Luftschicht, bei welcher N. die erste glänzendste Farbe ent-

stehen sah, fand er $^1/_{17000}$ engl. Zoll dick; hinsichtlich der Dicke des reflectirenden Mittels geordnet, boten die Farbenreihen nachstehende Folgenreihen dar, in der sich die den Farbenbenennungen unterfügten Zahlen jedesmal auf die Dicke der Luft beziehen, und durchgängig als Milliontheilchen eines englischen Zolles gelten:

1te Ordn.	gesättigt schwarz	schwarz	schwärzlich	blau	weiß	gelb	orange	roth
	0,500	1,000	2,000	2,400	5,25	7,111	8,000	9,000
2te — —	violett	indigblau	blau	grün	gelb	orange	hochroth	scharlach
	11,166	12,833	14,000	15,125	16,276	17,222	18,333	19,666
3te — —	purpur	indig	blau	grün	gelb	roth	bläulichroth	
	21,000	22,100	23,400	25,200	17,143	29,000	32,000	
4te — —	bläulichgrün	grün	gelbgrün	roth				
	34,000	35,276	36,000	40,333				
5te — —	grünlichblau	roth						
	46,000	52,500						

Die sechste und siebente Ordnung hatten (mit zunehmender Luftdicke) dieselben Farben, nur daß bei der letzteren das roth stark ins Weiße spielte. Hiernach läßt sich die Dicke der Blätter aus der „Farbe" berechnen, welche sie geben, wenn das Brechungsverhältniß der zu prüfenden Substanz des Blattes bekannt ist, wie Biot a. a. O. IV. 343. ff. gezeigt hat. Z. B. Es zeige ein Glimmerblättchen das Blau der dritten Ordnung, so ist seine Dicke (bei dem bekannten Brechungsverhältniß des Glimmers gegen die Luft, von 1,53 : 1) $= \frac{23,4}{1,53}$, d. h. 153 zehn Milliontheilchen eines engl. Zolles. Diese Dicke unterscheidet sich sehr wenig von der, die eine Glasscheibe haben würde, welche dieselbe Farbenabstufung zurückwirft, weil Glas und Glimmer hinsichtlich ihres Brechungsverhältnisses sehr nahe stehen.

3) Läßt man eine gesättigte Weinstein- oder eine gesättigte Lösung des salzsauren Kali erkalten, so zeigen sich die ersten, dünnsten der niederfallenden Krystalltheilchen verschiedentlich gefärbt, nach Verschiedenheit des Einfallswinkels unter dem man sie betrachtet, und der Dicke die sie erlangt haben; die dicksten erscheinen schon gleichförmig weiß.

4) Der Abbé Mazeas erhielt beständige Farbenringe, als er zwei durchsichtige, gutpolirte Glasplatten so lange in horizontaler Richtung übereinander rieb, bis sie vollkommen adhärirten. Auf solchen vor dem Reiben vollkommen getrockneten und erwärmten Glasplatten, zeigten sich Farbenovale von mehr denn 10 Linien Durchmesser (meist grün und rothe) und in der Mitte ein goldfarbenes kleines Oval, mit einem dunkelen, nur violettes Licht ausstralenden Mittelfleck. Würde das Plattenpaar erhitzt, so verschwanden

die Farben, zeigten sich aber sogleich wieder, wenn die auseinander geschobenen Platten wieder auf einander gelegt wurden, ohne daß es einer zweiten Reibung bedurft hätte; m. Experimentalphys. a. a. O.

§. 122.

Bei einem durch dünne Schichten durchsichtiger Materien erzeugten Farbenringe, bemerkt man stets sieben wohl unterscheidbare Ordnungen derselben; jenseits der siebenten geht das Licht in ein ungleichförmiges Weiß zusammen. Auch erfolgt der Uebergang von der ersten Farben-Tinte zu der letzten stets durch dieselbe Abstufungen der Dicke, welches auch immer die chemische Beschaffenheit der zurückwerfenden Materien sein mag; gleichgültig ob sie aus Wasser, oder Oel, oder Metall, oder Glas bestehen. Die in allen diesen Fällen erzeugten Farben, sind genau dieselben; woraus zu folgen scheint, daß auf die Entstehung dieser Farben, die verschiedene chemische Beschaffenheit keinen Einfluß hat (sondern daß zunächst nur der Unterschied der Dicke des reflectirenden und Licht durchlassenden Mediums, den Grund jener Farben enthält) und noch mehr Bestätigung erhält diese Folgerung dadurch, daß in jenen Fällen, wo die Farben der Materien durch chemische Einwirkungen sich allmählig ändern, die dabei eintretenden Farbenabstufungen stets der Ordnung der Farbenringe folgen. Hieher gehören unter andern die Farbenänderungen bei den Fortschritten der Vegetation, deren lebhaftes Grün der dritten Ordnung angehört, und das daher nur durch Gelb, Orange und röthlich Pomeranzengelb gehen kann, wenn die grüne Substanz durch chemische Einflüsse Aenderungen erleidet; und wirklich durchlaufen (wie schon Newton bemerkte) die verwelkenden Blätter dieselben Farbenabstufungen langsam, während letztere bei beschleunigter Welkung im Chlorgase, noch merklicher aber schnell nacheinander erfolgen.

Anm. 1) Bei den während ihrer Entwickelung verschiedentlich gefärbt hervortretenden Blättern und Blumen, scheinen die Farben in der Ordnung der Ringe aufzusteigen, so lange die Vegetationskraft dauert, hingegen herabzusteigen, so wie die Vegetationskraft abzunehmen beginnt; Biot a. a. O. Vergl. auch C. F. Gloekers Vers. üb. d. Wirk. d. Lichtes auf die Gewächse. Breslau

1820. 8. John's Vers. über den Einfluß einiger Reagentien auf die Farben der Blumen während des Wachsthums; in dessen Ueb. d. Ernähr. d. Pflanzen ꝛc. Berlin 1819. 8. S. 232 ff. F. S. Voigt die Farben der org. Körper. Jena 1816. 8.

2) Die Blume von Geranium sanguineum, deren Farbe ein ins Violett fallendes Roth ist, stellt eine Zwischenfarbe zwischen der ersten und zweiten Ordnung der Newton'schen Farben-Reihenfolgen dar; sie wird blau, wenn sie zu welken beginnt. Lebhafte rothe Nelken neigen sich welkend zum Ponceauroth und ins Violette spielende Purpur herab. Dasselbe zeigen mehrere Rosen, während andere Arten des letztgenannten Geschlechts, deren Roth der dritten Ordnung zugehört, welkend das Blaue und Violett des vierten Farbenringes erhalten, und endlich durch Bläulichroth ins Bläulichgrüne jener Reihenfolge übergehen.

3) Lackmustinctur pflegt mit der Zeit ihre blaue Farbe zu verlieren und lange in verschlossenen Gefäßen stehend orangegelb zu werden; öffnet man die Flasche und schüttelt man die Flüssigkeit damit ihr von dem Sauerstoff der Atmosphäre beitrete, so geht sie durch Roth ins Blaue und endlich ins Violette d. i. von der 1ten zur 2ten Ordnung über. Aehnliches zeigt durch sich selbst gerötheter Veilchensaft beim Schütteln mit Sauerstoffgas. Die gesättigte wäßrige Lösung des frischbereiteten mangansauren Kali (mineralischen Chamäleon) so wie die des scheelsauren Kali (erhalten durch Glühung von Wolfram mit Salpeter) durchlaufen mit Wasser verdünnt die sämmtlichen Farben erster Ordnung, bis sie endlich aus dem Roth ins Farbenlose übergehen.

4) Clauby rieb Mandelöl, Stärke und Schwefelsäure zusammen und erhielt ein Gemisch, welches genau die Folge der Farben in den Ringen von der ersten zur zweiten Ordnung fortschreitend darstellte, indem es zunächst gelblich erschien, dann ins Hell-Oraniengelbe, hierauf in Dunkel-Oraniengelb, dann ins Rothe und zuletzt ins Violette überging. Beim Uebergang ins Rothe trat ein Moment ein, wo die Absorbtion der einfallenden Strahlen so stark war, daß das Gemisch fast schwarz erschien. Wählt man hiezu statt des Mandelöls jenes Oel, welches durch Einwirkung des Chlor auf Alkohol genommen wird, so folgt dem Violette das schöne Blau der zweiten Ordnung. Verdunstender Indigo nimmt eine lebhaft Ponceau-Rothe Farbe an, d. i. jene Farbe, welche er erhalten müßte, wenn seine Dicke beträchtlich vermindert worden wäre. Die Hematine (Blauholzpigment) besitzt im festen Zustande eine graue metallisch glänzende Farbe; löst man sie in mit etwas Essigsäure versetztem Wasser, so bildet sich eine Flüssigkeit, deren Farbe das (ins Grüne spielende) Gelb der 2ten

Ordnung ist; bringt man sie darauf in eine mit Merkur gesperrte Glasröhre und erhitzt sie von aussen her (z. B. indem man die Röhre mit heissem Eisen umgibt) so wird sie nach und nach **gelb**, glänzend **oranienfarben**, glänzend **roth**, **ponceau**, **purpurn** und endlich **purpurblaulich**; erkaltend kehrt sie, (binnen einigen Tagen) die genannten Farben durchlaufend, wieder zur ersten Farbe zurück.

§. 123.

Newton folgerte aus den Farben dünner Schichten, so wie aus deren bei Verdünnungen eintretenden Farbenänderungen verschiedener gefärbter Materien, dass jeder gefärbte Körper aus sehr dünnen und an sich durchsichtigen Blättchen zusammengesetzt sey, deren **jedes**, **eine** seiner **Dicke** entsprechende **eigene Farbe habe**; dass diese Farben sich nur ändern, wenn die **Dicke** und das **Brechungsvermögen** der einzelnen Blättchen Veränderungen erleiden (sey es durch Ausdehnungen, oder durch Verdichtungen, durch chemische Mischungen oder durch Entmischungen) und dass sie übereinstimmend sein mit jenen, welche von der zweiten Fläche dünner Blättchen (in den §. 112. Bem. 1. erwähnten Versuchen) zurückgeworfen werden. **Biot**, diese Ideen weiter verfolgend, überzeugte sich, dass während die „Art" der von einer dünnen Scheibe zurückgeworfenen Farben, wenn die Scheibe im Vergleich mit dem sie umgebenden Mittel sehr lichtbrechend ist, nur von der „Dicke" und von der „eigenthümlichen Brechungsfähigkeit" der Scheibe abhängig ist, die **Intensität** oder Gesättigtheit **der Farbe** hingegen vorzüglich **von der Natur des die Scheibe umgebenden Mitels** abhange (wie z. B. mit Wasser oder Oel getränkte wollene oder seidene Zeuge zeigen, deren Farben ohne ihre Eigenthümlichkeit aufzugeben in Folge dieser Tränkung **dunkeler** erscheinen, während sie nach Wegnahme der genannten Flüssigkeiten ihre vorige Helle wieder erlangen).

Bem. 1) Gewöhnlich erklärt man die durch chemische Wirkungen eintretenden Farbenänderungen aus den entsprechenden **Veränderungen der chemischen Anziehung**, welche die gefärbten Materien zu dem **einem oder anderen Mischungstheile des Weisslichtes** haben sollen, das angeblich ein **Gemisch** aus verschiedenen, den Farben des Regenbogens entsprechenden Farbenlichtern

ist; allein die Farben der dünnen Schichten, und die Uebereinstimmung der Farbenfolge in den Farbenringen mit jener der durch chemische Einflüsse veranlaßten (wohin z. E. ausser den Beispielen des vorigen § fast alle Oxydationserscheinungen der Metalle gehören; worauf ich bereits 1805 und 1810 in d. Grundr. d. Chem. u. Grund. d. Experimentalphys. aufmerksam machte) Farbenänderung, sind mit dieser, die chemische Zersetzbarkeit des Lichtes voraussetzenden Hypothese, im Widerspruche (der zufolge z. B. rothe Körper diese Farbe zeigen sollen, weil sie die übrigen Farbenlichter des Weißlichtes einsaugend nur das Rothlicht zurückwerfen).

2) Alle Wasserdunstsphäroiden (S. 42) Nebelbläschen ꝛc. erlangen nach *Newton*, wenn sie sich zu verdichten beginnen, gemäß ihrer nun gegebenen Dicke, die Fähigkeit das schwache *Blau* der ersten Ordnung zurückzuwerfen; ein Fall der eintritt, bevor sie die dichteren und darum mit andern Farbenabstufungen erscheinenden Wolken bilden, und der nach N. die *Bläue des Himmels* veranlaßt. Das glänzendste *Weiß* gehört ebenfalls der *ersten* Ordnung an, hingegen ist das Weiß des Schaumes, Papiers, der Leinwand ꝛc. und der meisten weißen Körper eine Vereinigung der Farbenlichter verschiedener Ordnungen. Auch die *weißen Metalle* werfen N's Vermuthung zufolge das Weiß der ersten Ordnung zurück, und da sie weniger dicht sind als Gold, so würden sie auch durchsichtiger sein müßen als dieses Metall (was nicht der Fall ist; S. 259) wenn die Undurchsichtigkeit der Metalle Folge ihrer Dichte wäre (wogegen auch schon die *leichten Metalle* sprechen; S. 56); sie ist aber wahrscheinlich nach N. das Erzeugniß einer solchen Dicke und Lagerung der Theilchen, welcher zufolge sie jenes Weiß reflectiren. Verändert sich diese Dicke (z. B. beim *Anlaufen des Stahls* und anderer Metalle, beim *Blick des Silbers*) so werden auch andere Farben zurückgeworfen. — Die Farbe des *Goldes* scheint der *zweiten* und die des *Kupfers* der *dritten Ordnung* anzugehören.

3) Zerrieben nehmen die *weißen Metalle* häufig (gleichwie der zertheilte Phosphor) das Licht höchst wenig reflectirend, eine *schwarze* Farbe an; aber an das Weiß der ersten Ordnung gränzt der schwarze Fleck in Mitten der Farbenringe. — Um das *Schwarz* hervorzubringen, müßen nach N. die Theilchen dünner und kleiner sein, als irgend eines derjenigen, welches Farben erzeugt, weil nur dann die Rückwerfung des Lichtes möglichst vermindert wird. Die *Kohle* scheint ihre schwarze Farbe der sehr weit getriebenen Aufblätterung und Aufreißung ihrer sonst (im Holze, Knochen ꝛc.) zusammenhängenden Theile zu verdanken, und wenn die Verwesung schwärzt, so scheint sie auch zunächst nur zu zertheilen. Im schwar-

zen Glase, so wie in den Steinkohlen, im Asphalt ꝛc. und in allen zusammenhangenden, glänzenden schwarzen Leiblichen, scheinen die Theilchen entweder nur unregelmäßig an einander gehäuft, ein zusammengedrücktes Pulver vertretend, oder von Medien umflossen zu sein, welche selbst zu dünn sind, um Farbe geben zu können. (Indeß giebt grünes Glas ein weißes Pulver.)

4) Wie groß der Einfluß ist, den die Anordnung der Gestaltungstheile der Oberflächen auf die Farbenerzeugung hat, macht unter andern Brewster's Versuch anschaulich: das lebhafte und glänzende Farbenspiel des Perlmutter auf andere Materien (z. B. auf feines schwarzes Siegellack, auf das leichtflüssige Metallgemisch aus Bley Wißmuth und Zinn ꝛc.) dadurch zu übertragen, daß man ihre Oberfläche mit jener der Perlmutter zusammendrückt. Da aber die Perlmutter ihr Farbenspiel durch diesen Abdruck nicht verliert, so lehrt der Versuch deutlich, daß es nur auf jenen Materien erzeugt wurde, indem deren Oberflächen nachgiebig genug waren, die Eindrücke der scheinbar gleichen Perlmutteroberfläche zuzulassen.

5) Fragen wir was denn überhaupt das weiße Licht, sowohl in den dünnen Lagen als auch unter allen ähnlichen Bedingungen, und namentlich auch in den mehr oder weniger bleibend gefärbten Substanzen zur Umwandelung in Farblicht oder in sog. Farbe ursprünglich bestimme? so bieten sich uns vorzüglich folgende Ansichten dar, die wir der bequemeren Vergleichung wegen nebeneinander stellen.

Uebersicht der angeblichen Farbenlicht-Bedingungen nach:

Newton	Huyghens und Euler	v. Göthe.
Das weiße Licht besteht aus vereinten, regenbogenfarbigen, verschieden gearteten Farblichtern, deren jedes eine eigenthümliche Brechbarkeit besitzt, und deren Naturen sich also zu einander verhalten, daß sie sich mit ihren Eigenthümlichkeiten zu dem mittleren Werthe des Weißlichts ausgleichen, wenn sie in einem Punkte zusammentreffen. Es erfolgt diese Ausgleichung nicht durch chemischen Gegenzug, sondern gemäß der jedem Farblichte zukommenden Repulsion, und mithin in Folge einer höchst innigen mechanischen Mengung (vergleichbar mit der Mengung verschieden gearteter aber nicht zur chemischen Verbindung gelangender Gase) und es ist daher der Eindruck den das Weißlicht gewährt, die gemeinsame Wirkung verschiedener, hinsichtlich ihrer Repulsivkräfte ausgeglichener Farbenlichter. Die erste Veranlassung zur Trennung aller (oder zur sogenannten Far-	Den ganzen Weltraum erfüllt eine höchst expansible Materie der Aether, der 38736100 mal dünner ist als die Luft. Die demselben gewordenen Eindrücke pflanzen sich (analog den Schallwellen) in Form von Schwingungen fort, wie die Radii einer Sphäre	Farbe entsteht, wo Helles (Lichtes) vom Trüben (Finsteren) oder Trübes vom Hellen bedeckt wird, oder ist Folge der Gegenwirkung des ebenfalls positiv wirkenden Finstern gegen das Leuchtende, oder des Leuchtenden gegen das Finstere, also der Entgegnung u. Wech-

Uebersicht der Farbenlicht-Bedingungen nach:

Newton	Huyghens und Euler	v. Göthe
henzerstreuung) und zur Aussonderung einzelner Farbstralen (und damit zur Erscheinung der eigenthümlichen Farben der Leiblichen) bietet der Widerstand des durchsichtigen Mittels dar, welcher (als allgemeine Ziehgewalt sich äussernd S. 33) gegen die verschiedenen Farbestralen mit ungleicher Stärke wirkt (indem mit der im Einungspunkte der Farblichter gegebenen Ausgleichung der Repulsion, die Verschiedenheit des jedem einzelnen Farblichte zukommenden, zunächst gegen die eigenen Theile gerichteten Abstoßungsvermögens nicht aufgehoben ist). Wo dieser Wiederstand = 0 wird (in der Himmelsleere) erscheinen keine Farben; wie die Trabanten des Jupiter mit ihren farblosen Rändern bezeugen, wenn sie in den Schatten ihres Hauptplaneten treten (s. oben S. 169). — Die Stralungsgeschwindigkeit der Farblichter ist in der Leere bei allen dieselbe, ändert sich aber innerhalb durchsichtiger Mittel in so fern, als sie im Verhältniß des Sinus des Brechungswinkels zum Sinus des Einfallswinkels, (S. 280 ff.) für jeden besonderen Farbstral um ein bestimmtes größer wird. In Folge dieser ungleichen Geschwindigkeitsvermehrung erhält jedes Farbestraltheilchen abwechselnde Anwandelungen des leichten Durchgangs und der leichten Rückstralung, bestehend in einer, während der Durchstralung sich periodisch erneuenden,	von ihrem Mittelpunkte. Die Nacheinanderfolge dieser Schwingungen bildet den Lichtstral. Durchsichtige pflanzen diese Schwingungen in ihrem Aether fort; in spiegelnden Flächen verhält sich der Aether wie eine ruhende unbewegliche elastische Fläche. Die verschiedenen Farbenlichter sind Schwingungen von ungleicher Ausdehnung und ungleicher Geschwindigkeit.	selwirkung von leuchtendem Weiß u. dunkelndem Schwarz. Wo letzteres das erstere übergrenzt, erscheint das Rothe und Gelbe, wo der umgekehrte Fall eintritt, das blaue Farbenlicht (oder Dunkeles durch Helles gesehen giebt Blau und diesem verwandte Farben; hingegen Helles durch Dunkeles geschaut: Gelb, Gelbroth u. Roth mit ihren verschiedenen Abstufungen.

besonderen Neigung des Durchgangs (der zufolge es minder gehindert durchstralt) und einer ihr folgenden und mit ihr wechselnden Neigung der Rückstralung (durch die es leichter reflectirt wird, oder doch leichter zurückgeworfen werden kann). Diese Anwandelungen begründen die Entstehung der Farben durchsichtiger dünner Lagen und aller ähnlichen Erscheinungen, und sofern die durchsichtigen Körper als aus Gestaltungstheilen (Gruppen) bestehend gedacht werden, welche einander nicht unmittelbar berühren (S. 37 u. ff.): auch die eigenthümlichen Farben der gefärbt erscheinenden Materien.

Mit Newton für die Ursache des Lichts ein selbstständiges Wesen anzunehmen, nöthigt dessen Fortpflanzung durch die Leere, die zugleich der Eulerschen Ansicht zum Haupteinwurfe dient, indem sich der Schall, d. i. eine Bewegung beweglicher Materie durch die Leere nicht fortpflanzt, und der angeblich in der Leere gegebene Aether wenigstens nicht mechanische Bewegungen gestatten kann, da er weder den Raum erfüllt, noch Widerstand leistet (S. 71 ff.). Gegen Newton's Farbentheorie scheint zu sprechen, daß der ungleiche Widerstand welcher die Aussonderung der Farbenlichter bewirkt kein mechänischer sein und als solcher nicht wirken kann (weil

das durchgehende Licht den Raum nicht erfüllt und mithin auch durch Verschiedenheit in der Intensität und Grösse der Raumerfüllung kein Hinderniss finden kann) sondern nur auf die Verschiedenheit der Anziehungsgrössen der Theile des brechenden Mediums rückführbar ist. Diese Verschiedenheit der Anziehung kann aber nur eine quantitative sein; denn die chemische Ungleichheit der Medien ändert nichts in der „Art" der durch Zerstreuung erzeugten Farbenlichter, und hat überhaupt auf diese Zerstreuung keinen Haupteinfluss, wie die Farben dünner Blättchen zeigen; ist es aber keine qualitative Verschiedenheit der Anziehungen, welche weisses Licht in farbiges zerfallen lässt, so sieht man nicht ein, warum das Licht andere als quantitative Veränderungen seiner Intensität (Abstufungen von Weisslicht in Graulicht) erfährt, wenn es durch Medien geht, die von einander nur dadurch abweichen, dass sie dieselbe Einwirkung auf das Licht im verschiedenen Maasse üben, und doch sind die Farblichter auch in ihren chemischen Wirkungen (S. 262) nicht blos der Intensität nach, sondern auch qualitativ verschieden. Auch scheint es widersprechend zu sein, dass das Licht der Gesammtziehung der Erde (der Schwere) nicht unterworfen sein (und sich nicht mit zunehmender Geschwindigkeit zur Erde bewegen) soll, da es doch bei der Brechung und Farbenzerstreuung nur in so fern Aenderungen erfährt, als es allgemeinen Ziehwirkungen ungleich schwerer Massen preisgegeben wird. Indess kann man hierauf antworten, dass die Wirkung der Erdschwere bei der grossen Feinheit des Lichts bis jetzt unmessbar wird. Diese Antwort ist aber nicht genügend, wenn man erwägt, dass das Licht zur Farbenzerstreuung durch ungleiche Ziehung der Medien gelangt, und solche Ungleichheit doch auch beim Ziehen von Seiten der Erde eintreten müsste, indem das entferntere Licht weniger und das der Erde schon näher gekommene mehr gezogen würde, mithin das Licht auch selbst, wenn es senkrecht einfiele, vermöge der nacheinander folgenden ungleichen Ziehung in Farblichter zerstreut werden müsste. Man kann diesem Einwurfe nur begegnen, wenn man annimmt, dass bei der grossen Geschwindigkeit mit welcher das Licht durch die Leere und durch die Luft sich fortpflanzt, theils jene farbenzerstreuenden Einwirkungen der Erde unmerklich werden, theils für jedes einzelne Lichttheilchen, sich bei dessen Fortgange compensiren und dass es überhaupt nur zur merklichen Farbenzerstreuung kommt, wenn die auf den Stral wirkenden Seitenanziehungen ungleiche Grössen haben. Uebrigens kann man mit Gren u. A. gegen Euler nicht füglich einwerfen, dass die Aetherwellen sich vom Punkte nach allen Seiten verbreiten müssten und mithin z. B. parallele Stralung unmöglich wäre, da man ja auch die Schallwellen zu parallelisiren vermag (S. 92). Hinsichtlich

der v. Göthe'schen Ansicht verweisen wir auf dessen: Zur Farbenlehre I—II Tübingen 1810. 8., Mollweide's Prüf. d. Farbenlehre d. H. v. Göthe. Halle 1810. 8. u. C. H. Pfaff's Bem. über Newton's Farbentheorie u. H. v. Göthes Farbenlehre etc. Leipzig 1813. 8., dabei an folgenden Versuch erinnernd. „Nach v. Göthe erscheint eine weiße Scheibe auf schwarzem Grunde durch ein Convexglas gesehen vergrößert und mit einem blauen Rande versehen; durch ein Hohlglas betrachtet hingegen verkleinert und von rothem Saume umgeben; weil im ersteren Falle die helle Gränze über das Dunkle scheinbar hingeführt, im letzteren das Entgegengesetzte Statt findet; allein hält man (nach Mollweide) ein Convexglas, (am besten ein Glas aus einer Staarbrille von etwa 2¼ Zoll Brennweite) in einer Entfernung, welche der doppelten Brennweite desselben gleich ist (also 4½ Zoll) von der weißen Scheibe, während man mit dem durch die Linse schauenden Auge in einer Ferne hinter demselben bleibt, welche deren doppelte Brennweite um etwas übertrifft (etwa 5 bis Zoll) so erscheint der Rand, durch das Glas gesehen, vergrößert und mit gelbem oder gelbrothem Saume, ohnerachtet in diesem Falle doch auch die helle Grenze über die Dunkle scheinbar hinwegbewegt wird, was also nach v. Göthe einen blauen Saum bewirken müßte; denn die Scheibe wird, wie in dem ersteren v. Göthe'schen Versuche, vergrößert gesehen. — Den meisten Widerspruch erfuhren Newton's Annahmen der Anwandelungen des leichteren Durchgangs etc. zur Erklärung der Farbenringe; indeß lassen sich diese Erscheinungen auch ohne jene Hypothese, aus den weiter unten zu entwickelnden Gesetzen der Beugung des Lichtes erklären; vergl. auch Herschel's Versuche zur Erklär. der von Newton entdeckten concentrischen farbigen Ringe etc. Gilb. Ann. XLVI. 22. Aus Berücksichtigung gewisser Farbenerscheinungen dünner Blättchen schien mir hervorzugehen, daß farbiges Licht aus Weißlicht erzeugt werde, wenn durch die ungleiche Ziehung des Mediums nicht nur die Richtung des Lichtes verändert, sondern auch die Bewegungsweise desselben (oder die Art seiner Bewegung) abgeändert wird, so daß es z. B. als farbiges Licht überhaupt in schwingende Bewegung versetzt erscheine, während es in den Einzelfarben verschiedene Arten der Schwingung z. B. drehende, Lateral- und Longitudinalschwingungen darstelle (vergl. S. 101) und gemäß diesen Verschiedenheiten, auch dem Augennerven verschiedene Eindrücke und verschiedene Störungen des Gleichgewichts seiner elektrischen, chemischen und organischen Kräfte gewährt. Im Punkte zusammentreffend, würden diese verschiedenen Bewegungen für unsere Wahrnehmung zu einem mittleren

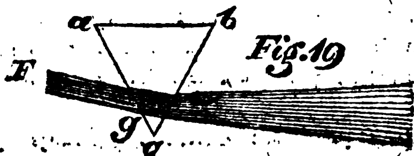
(dem Weißlichte entsprechenden) Werthe werden, ohne daß sie bei weiterem divergirendem Fortgange der (z. B. mittelst einer convexen Linse zur Kreuzung gebrachten Farben-) Stralen, sich wesentlich änderten; wie ja auch die verschiedensten Schallschwingungen (z. B. Lateral-, Longitudinal- und Drehschwingen) mittelst Hohlspiegeln zur Kreuzung gebracht werden können, ohne daß sie nach der Kreuzung aufgehört haben, ihre eigenthümlichen Schwingungsweisen beizubehalten, und wie denn auch z. B. die Bewegungen auf der Erde durch den Erdumschwung nicht gestört werden. Man kann dieser Ansicht unter andern entgegensetzen, daß jedes einzelne Regenbogenlicht z. B. das Violette durch Medien gehen kann, welche Weißlicht beim Durchgang in mehrfarbiges Regenbogenlicht verwandeln, ohne ähnliche Aenderungen zu erleiden, ohneachtet doch gegen dasselbe so gut als gegen das weiße Licht die ungleichen, Bewegung abändernden Ziehungen wirksam sind; und man entgeht diesem Einwurfe nur, wenn man lediglich um zu erklären annimmt, daß überhaupt nur das der reinen Wurfbewegung folgende Weißlicht hinsichtlich seiner Bewegungsweise durch Ziehung abänderungsfähig sey, hingegen schon in schwingende Bewegung versetztes Licht, solchem Einflusse nicht weiter merklich unterliege; indeß leuchtet das Unzureichende dieser Annahme von selbst ein. Was macht denn aber die Farbenlichter zu Wesen eigener Art, wenn es die verschiedene Bewegung nicht zu bewirken vermag, die das Licht beim Durchgange durch das Medium erleidet? Wir antworten: lediglich *die Gegenwirkung, welche die ungleiche Ziehung des Mediums im Lichte hervorruft.* Eingedenk des ersten Naturgesetzes, daß alles Verändern in der Natur durch *Wechselwirkung* zu Stande kommt, und daß nie einseitiges Thätigsein dem einseitigen Erleiden entgegensteht, sondern, daß, wo die Natur wirkt, sie überall soviel von der einen Seite erleidet, als sie von der andern thut, folgern wir aus den Bedingungen der Farbenentstehung, daß in dem Weißlichte durch die Anziehung des Mediums *Gegenziehung* erweckt wird, und daß mithin im Farblichte nicht nur in seiner Bewegung abgeändertes, sondern auch in dem Gesetzlichen seiner Wirkungsweise verändertes Licht gegeben ist, das vermöge der in ihm erzeugten eigenen Anziehung, nun nicht lediglich als stralende Potenz, sondern auch zugleich als *mit eigener Anziehung begabtes* (und dadurch den Naturen der raumerfüllenden Leiblichen näher gebrachtes) Wesen wirksam ist; sowohl gegen die dehnende *Wärme* der Räume durch welche es sich fortpflanzt, als auch gegen *alle besondere Anziehungen*; also gegen die *Cohärenz* (der *violette* Stral entwickelt aus der Cohärenz des Eisens den Magnetismus, indem er dieselbe zu der ihm entsprechenden Gegenwirkung

bestimmt) gegen den Magnetismus, gegen die Starrheit bedingende ungleiche Ziehung (S. 34) gegen die Elektricitäten und chemischen Ziehgewalten der Raumerfüller, und gegen die eigenthümlichen Einverleibungsanziehungen lebender, sich ernährender und wachsender Organismen (S. 67). Die weitere Entwickelung dieser meiner Hypothese über die Natur der Farben, so wie eine ausführlichere Beurtheilung sowohl der oben erwähnten Ansichten, als auch dieser so eben angedeuteten, findet man im X Cap. m. Grundr. d. Experimentalphys.

§. 124.

Das Werkzeug durch welches Newton 1666 und in den darauf folgenden Jahren die Gesetze nach welchen in Regentropfen und Dunstbläschen, in einfachen Linsen und ähnlichen brechenden Medien das Weißlicht in Regenbogenlicht zerstreut wird, war ein dreiseitiges Glasprisma; ähnlich jenem, mit welchem Grimaldi experimentirt hatte, als derselbe 1665 das künstliche (prismatische) Regenbogenlicht entdeckte. Newton fand 1) daß das „weiße Licht" durch die prismatische Brechung in Stralen von „ungleicher Brechbarkeit" und „ungleicher Farbe" auseinander getrieben (zersetzt) werde; 2) daß jedem (abweichenden) Brechungsverhältniß im Prisma eine eigenthümliche, bestimmte Farbe angehöre; 3) daß „sieben" dergleichen „Hauptfarben" im prismatischen Bilde (Spectrum) vorkommen (ausser diesen aber unendlich viele Einzelfarben anzunehmen sein, weil jede Abweichung im Brechungsverhältniß des Prisma zu einer einfachen Farbe führe) 4) daß „jede Farbe" ihren „eigenen Brennpunkt" habe (und für sich aufgefangen ein eigenes, ein farbiges, rundes Bild entwerfe) und 5) daß das Zusammentreffen aller prismatischen Farben „weißes Licht" erzeuge.

Bem. 1) Es sey c a b Fig. 19



der senkrechte Durchschnitt eines in die passende Oeffnung eines finstern Zimmers eingesetzten, vorn bei ca das in der Richtung FG stralende, parallele Sonnenlicht auffangenden und durchlassenden Glasprisma; so wird jeder einfallende Stral zweimal aufwärts gebrochen, nämlich sowohl in der Fläche ca als auch in cb, und von seiner ursprünglichen Richtung so abgelenkt, daß alle durch das Prisma gegangene Stralen, hinter der Fläche cb auf der wenigstens in einer Ferne von 10 bis 12 Fuß gegenüberstehenden weißen Wand des Zimmers ein langgedehntes, an keinem Theile scharf begränztes regenbogenfarbiges Bild darstellen. — Der Winkel acb den beide brechende Flächen ac und bc einschließen, heißt der brechende Winkel des Prisma, welches gewöhnlich also gleichseitig geschliffen ist, daß die Größe jedes der drei Winkel acb, cab und cba sechzig Grad beträgt, und daß bei einer Länge von etwa 6 Zoll in den Stand setzt, mit beiden Augen hindurch sehen zu können. (Bei größerer Nähe der auffangenden Wand als die angegebene, ist das Bild minder deutlich, und sehr nahe dem Prisma nur oben und unten am Rande farbig, hingegen in der Mitte weiß).

2) Die Folge der Hauptfarben des (an dem oberen und unteren halbkreisförmig begrenzten, genau betrachtet in jedem Punkte seiner Höhe eine andere lebhafte Farbe darbietenden) Farbenbildes ist im obigen Falle, von unten nach oben zu: Gelblich-Roth, Orange, Gelb, Grün, Hellblau, Indigblau und Violett. Die beiden blau gehören offenbar nur einer Hauptfarbe als Abstufungen an; indeß hat man Newton's (der Zahl sieben zu lieb gewählte) Eintheilung beibehalten, und kann dieses auch um so mehr, da durch die Zahl der deutlichen Farbenringe (S. 300) hiemit übereinstimmt, und jene Ringe sich gewissermaaßen betrachten laßen, als die gänzlich von einander gesonderten Hauptfarben, deren jede einzelne von neuen sieben und „deren Vermischungen" begleitet ist.

3) Auch dann, wenn die prismatische Brechung in Zurückstralung übergeht (S. 284 ff.) erscheinen die verschiedenfarbigen, als solche im finsteren Zimmer vom Auge verfolgbaren Stralen; aber sowohl in diesem Falle als auch bei der wirklichen Brechung wird nicht alles einfallende Licht gleich stark farbig zerstreut, sondern es geht auch schwach- und fast ungefärbtes Licht mit hindurch, und nur bei sehr guten, reinen, aus durchgängig gleicher Glasmasse bestehenden, (in ihrem Innern nicht zugleich nach verschiedenen Richtungen schwach spiegelnden) Prismen, wird dieses begleitende Licht kaum merkbar.

4) Wollaston bemerkte zu beiden Seiten der Gränze zwischen

Grün und Hellblau deutlich wahrnehmbare dunkle Linien (Gilbert's Ann. XXXI. 423) und fand an dem Spectrum, welches eine schmale Linie des blauen Lichts einer Kerze oder eines elektrischen Funkens giebt, daß die Hauptfarben desselben nicht an einander hängen, sondern durch kleine Zwischenräume von einander gesondert sein (a. a. O. 415). — Fraunhöfer sah im horizontalstehenden, prism. Farbenbilde des Sonnenlichts viele dunkelere, starke und schwache verticale Linien, von denen einige fast schwarz erschienen (erinnernd an den „schwarzen Fleck" in den Farbenringen; S. 300). Drehte F. das vor dem Theodolith-Fernrohr liegende Prisma, so daß der Einfallswinkel größer oder kleiner wurde, so verschwanden diese Linien, wurden jedoch wieder sichtbar, wenn man bei vergrößertem Einfalls-Winkel das Fernrohr beträchtlich verkürzte, oder wenn man bei Verminderung des Einfalls-Winkels das Ocular desselben um ein bedeutendes herauszog. Auch im Farbenbilde des Lichtes der Venus fand F. diese Linien; desgleichen sah er in dem des Sirius 3 breite, jenen des Sonnenfarbildes nicht ähnelnde Streifen und minder deutlich auch in dem anderer Sterne erster Größe; das Licht der Electricität gab ein Farbenbild mit mehreren zum Theil sehr „hellen" Linien, von denen eine im Grün, gegen den übrigen Theil des Spectrums fast glänzend ist; das Lampenlichts Farbenbild bietet unter andern Streifen eine röthlich gelbe „helle" Linie dar, die aus zwei sehr feinen hellen Linien besteht, und im Farbenbilde des brennenden Alkohol's und Wasserstoffgases zeigte sich diese Linie im Verhältniß zu dem übrigen Theile des Farbenbildes sehr hell; beim verbrennenden Schwefel hingegen kaum kenntlich. Gilbert's Ann. LVI. 264—313.

5) Die Stärke der Farbenzerstreuung ist in den verschiedenen brechenden Medien nicht gleich, und überhaupt von der Brechungsfähigkeit des Mittels mehr oder weniger unabhängig; Zeiher's Vers. zufolge änderte ein Zusatz von Bleioxyd die Farbenzerstreuung des Glases sehr stark, die mittlere Brechung hingegen nur wenig; Zusatz von Alkali gab die umgekehrte Abänderung; vergl. auch Fraunhofer's hieher gehörige Tabelle über die Farbenzerstreuungsstärke verschiedener Mittel; Gilbert's Ann. a. a. O. (u. oben S. 298 ff.)

6) Von dem eigenthümlichen Zerstreuungsvermögen der Mittel ist das Brechungs- und Raumverhältniß der Hauptfarben abhängig. Newton fand bei der Glasart seines Prisma den Einfalls-Sinus = 50, den Brechungs-Sinus des rothen Lichts = 77, den des violetten = 78. Dieses giebt den ersteren = 1 gesetzt, das Brechungsverhältniß

des Violett = 1,5555	bis 1,56	—	dessen Raumbedeckung im Farbenbilde des N'schen Prisma, wenn dieses Bildes als aus 360 Theilen bestehend angenommen wurde, gleich	80 war.
Indigblau 1,5533	— 1,5555	—		40
Hellblau 1,55	— 1,5533	—		60
Grün 1,5466	— 1,55	—		60
Gelb 1,541	— 1,54667	—		48
Orange 1,5425	— 1,544	—		27
Roth 1,54	— 1,5425	—		45

7) Das durch farbige Durchsichtige (z. B. farbige Gläser) gefärbte Weißlicht wird durch das Prisma in das gewöhnliche Regenbogenfarbenlicht zerlegt, jedoch so, daß die Farbe des gefärbten Mittels vorherrscht, und zwar um so mehr, je länger der Weg war, den das Weißlicht vor der prismatischen Brechung im farbigen Mittel beschrieb, und je gesättigter die Farbe dieses Mittels war; wie wir denn auch den Rand der dünnen Glasscheiben grün gefärbt erblicken, während sie gegen ihre breiteren Flächen durchschaut farblos erscheinen; S. 265.

8) Hinsichtlich der Leuchtungs- oder Lichtstärke ist das gelbe Farblicht das mittlere des Farbenbildes; denn die grünen, hellgrünen, indigblauen und violetten Stralen leuchten zusammen nur so stark, als die orangen und rothen. Auch ist nach Biot das Brechungsverhältniß der gelben Stralen genau das mittlere, wie ihm Versuche mit Prismen von kleinen Brechungswinkeln (und mithin mit geringer Farbenzerstreuung) lehrten. v. Grotthuß benutzt die verschiedene Brechbarkeit der Farbenstralen, um die Entfernungen leuchtender Gegenstände zu beurtheilen, welche dieselben haben müssen, um dem Beobachter eine gleiche Menge Licht zuzusenden; Gehler's Journ. VIII. 269.

9) Gienge nur eines der Farbenlichter durchs Prisma, so würde dieses an der Stelle wo sonst im Farbenbilde sein ihm zugehörender Farbenstreifen erscheint, ein rundes einfarbiges Bild darstellen; eben so würde sich unter gleicher Bedingung jedes der übrigen Farbenlichter verhalten. Es folgt hieraus, daß das prism. Farbenbild eigentlich aus einer unendlichen Menge übereinander geschobener Farbenkreise besteht, von denen jedes nächstfolgende um ein Weniges tiefer liegt, als das nächst vorhergehende.

10) Stellt man zwei Prismen, von gleichen brechenden Winkeln, in der entgegengesetzten Lage des brechenden Winkels nahe hintereinander auf, so erleidet jeder Lichtstral im hinteren Prisma eine eben so starke niederlenkende Brechung, als er im vordern aufwärts ge-

brochen wurde, und geht nun aus dem hinteren Prisma heraustretend in einer Richtung fort, welche dieselbe ist, die er vor dem Eintritte in das vordere Prisma hatte. Alles auf bemerkte Weise wieder in die ursprüngliche Richtung gebrachte Licht, erscheint nun weiß, und nur an den Rändern etwas gefärbt. Läßt man die prismatischen Farbenstralen durch eine convexe Linse gehen, oder fängt man sie mit einem Hohlspiegel auf, so erscheinen sie im Hauptbrennpunkte der Linse oder des Spiegels weiß, nach der Kreuzung hingegen wieder gefärbt und zwar in verkehrter Farbenordnung.

11) Um die einzelnen Farbstralen zu sondern, läßt man sie durch zwei schmale horizontale Spalten zweier hintereinander befindlichen schwarzen, ebenen, dünnen Brettchen oder Pappscheiben in das finstere Zimmer fällen. Ueber die angeblich unsichtbaren Stralen ausser dem Roth und Violett, s. am Schluß dies. Kap.

§. 125.

Da die Farben des Farbenbildes durch Deckung zahlloser Farbenkreise entstehen (§. 125. Bem. 9) so kann man sie auch nicht als „einfache" betrachten, sondern muß sie vielmehr ihrer Entstehung gemäß für zusammengesetzt halten. Das Prisma selbst ist mithin nicht das Mittel die Farben in ihrer Einfachheit darzustellen, sondern eher würde man durch isolirte dünne Schichtchen seine Absicht erreichen, wenn man hier die Mitwirkung der Umgebungen auszuschließen und dergleichen Schichtchen so rein und so gleichförmig darzustellen vermögte, als es die Erzeugung nur einer Farbe forderte. Annähernd leisten dieser Forderung jene Pigmente Genüge, welche mit großer Farbenreinheit nicht minder große Farbensättigung verbinden, wie dieses mit dem reinsten Carmin für das Roth, mit dem chromsauren Bley oder mit dem Guttägelb (Gummii guttae) für das Gelb, mit dem geistigen Auszuge grüner Pflanzenblätter, besonders der Sellerie für das Grün und mit dem gereinigten Indigo für das Indigblau gegeben ist. Eine einfache Farbe muß als sehr schmaler, an einem Ende zugespitzter, auf schwarzem Grunde liegender Streifen durchs Prisma betrachtet umgeändert erscheinen; allein diese Probe hält keins der bekannten Pigmente aus.

§. 126.

Weil den Erfahrungen der Maler aller Zeiten gemäß ver-

schiedene Pigmente theils für sich, theils in ihrer Vermischung einige der Hauptfarben des prism. Farbenbildes mit einer Reinheit und Sättigung gewähren, welche denen prismatischen Farben gleich zu kommen scheint, so haben einige Physiker die Zahl der Hauptfarben vermindern und nur drei einfache oder Grundfarben gelten lassen wollen. Unter den verschiedenen hieher gehörigen Annahmen, verdient nur die des Tob. Mayer Berücksichtigung, weil sie durch die Erfahrung aller Künstler unterstützt wird, indem diese einstimmig behaupten: aus Roth, Gelb und Blau durch Mischung alle übrigen Farben erzeugen und durch Zusatz von Weiß oder Schwarz jeder sowohl einfachen als gemischten Farbe, jeden beliebigen Farbenton ertheilen zu können.

Bem. 1) Weiß und Schwarz in allen möglichen Verhältnissen gemischt, giebt in eben so vielen Abstufungen Grau; eine weiße Fläche nacheinander durch weißes Licht ungleich stark beleuchtet, gewährt dieselbe Abstufungen des Grau, die um so kenntlicher werden, wenn man damit fortdauernd eine möglichst stark beleuchtete weiße Fläche vergleicht.

2) Zusatz von Weiß steigert jede (einfache oder zusammengesetzte) Farbe nach und nach durch zunehmende Helle in vollkommenes Weiß, Zusatz von Schwarz führt sie durch alle Abstufungen durchs vermehrte Dunkel ins vollendete Schwarz. Die gesättigte Farbe die als solche alles zu ihr gehörige Licht zurückgiebt, dunkelt, wenn ihr entweder Schwarz beigemischt ist, oder wenn sie weniger stark beleuchtet ist, als eine mit ihr hinsichtlich der Farbenart übereinstimmende, neben ihr befindliche Fläche, hellt hingegen, wenn sie neben dem Farbenlichte noch Weißlicht rückstralt. Beim Gelb führt die dunkele Steigerung ins Braune, das als dunkeler Farbenton des Gelb zu betrachten ist. — Roth und Gelb giebt Orange, Gelb und Blau Grün, Blau und Roth Violett. (Dieses Violett hat aber eine andere Brechbarkeit als jenes des Farbenbildes, oder man müßte für das letztere mit Euler annehmen, daß in ihm das Roth eines zweiten, schwächer leuchtenden und darum nicht sichtbaren Farbenbildes zugegen sey).

3) Eine Zusammenstellung der Mayer'schen drei Hauptfarben mit ihren zwischen fallenden mittleren Gemischen auf einer kreisförmigen Scheibe, so daß sämmtliche sechs Farben, ebensoviele der Folge und den Raumverhältnissen des prismatischen Farbenbildes entsprechende Sectoren bedecken, bildet mit dem Saume der Scheibe den Farbenkreis, und gewährt schnell umgedreht den Eindruck des weißen Lichtes, der aber auch erhalten wird, wenn die Scheibe nur

die drei Hauptfarben enthält, und zwar so, daß jede derselben von einem Bogen von 120° umspannt ist. Sind hingegen 90° Roth neben 135° Blau und ebensoviel Gelb gegeben, so entsteht unter gleichen Bedingungen ein helles (d. i. in diesem Falle mit 270° Weißlicht vermischtes) aus 45° Blau und ebensoviel Gelb zusammengesetztes Grün. Eben so gewährt 180° Roth mit 90° Blau und 90° Gelb ein helles Roth, ꝛc.

4) Im obigen Farbenkreise liegt jeder der drei Hauptfarben eine zusammengesetzte Farbe gerade gegenüber; dem „Roth" das Grün, dem „Gelb" das Violett, und dem „Blau" das Orange, und es sind mithin schon mit zwey der gegenüber liegenden Farben sämmtliche drei Grundfarben gegeben, jedoch so, daß bei gleichem Farbenton und Farbenflächenraum, die Farbengröße jeder in der zusammengesetzten Farbe enthaltenen Grundfarbe, die Hälfte derjenigen Größe ist, welche die gegenüber liegende Hauptfarbe für sich darbietet. Das Grün ist also = ½ Gelb + ½ Blau, wenn die Farbengröße des Roth = 1 gesetzt wird; ꝛc. (Vermischung von siebenerlei den sieben prism. Hauptfarben entsprechenden Pigmenten gaben in Newton's Versuchen, wegen Nichteinfachheit und Lichtsabsorbtion der Pigmente nicht Weiß, sondern ein schmutziges Grau).

5) Da nun in den unter Bem. 3 erwähnten Versuchen auch reines Roth (oder reines Gelb oder Blau) durch Vereinigung der drei genannten Hauptfarbenlichter (im Auge) erzeugt werden kann, so folgt, daß wir es einer Farbe nicht anzusehen vermögen, ob sie durch Vermischung entstanden oder einfach ist, und daß im prismatischen Bilde in jedem Punkte eine zusammengesetzte Farbe, und doch in zwei Stellen reines Gelb und reines Blau zugegen sein können. Farben welche einander, zu Weiß zu ergänzen vermögen, heißen ergänzende (complementaire) oder entgegengesetzte (polare) oder Gegenfarben.

6) v. Göthe's Bemerkung gemäß machen zwei Gegenfarben nebeneinander beschaut, auf das Auge stets einen gefälligern Eindruck als zwei einander näher liegende; dessen zur Farbenlehre, Tübingen 1810. Th. I. und Runge's Farbenkugel, Hamburg 1810. 4.

7) Starker oder anhaltender Lichtreiz erzeugt häufig im Auge Farben, die man ausserhalb desselben in Form von Farbenscheiben und verschiedentlich gestalteten Farbenbildern zu sehen glaubt; man nennt sie, weil sie keine objective Gültigkeit haben: subjective (zufällige, oder physiologische) Farben. Theils gehen sie nacheinander „der Ordnung der Farbenringe gemäß" in einander über, und scheinen in diesem Falle den im Auge erzeugten Farben dünner Schichten (S. 304) anzugehören; theils erscheinen

als ergänzende Farben solcher Gegenfarben, die das Auge ausser sich erblickt hatte." Zu der letzteren Art subjectiver Farben gehören die blauen Schattensäume, welche entstehen, wenn man Sonnenlicht neben schwächern reflectirten Lichte auf weiß Papier ꝛc. fallen läßt, und jene gefärbten Schatten, welche man bemerkt, wenn ein dunkler Schatten von schwachem Lichte beleuchtet wird; (z. B. wenn das schwache Tageslicht Morgens oder Abends den Schatten einer brennenden Kerze, oder das Kerzenlicht den Schatten des schwachen Tageslichts trifft; ersteres gewährt einen blauen, letzteres einen gelblich rothen Schatten. Auch die Bläue des Himmels (die von den meisten Chemikern als Färbung des Sonnenlichts durch die in Masse wirkende an sich blaue Luft betrachtet wird) scheint hieher zu gehören. Pietro Petrini erklärt die Schattenfärbung, indem er bemerkt, daß unserem Auge, wenn es zu gleicher Zeit zwei verschiedene Lichteindrücke erhält, deren einer mit einem farbigen Bestandtheil von größerer Intensität wirkt, der schwächere Lichteindruck in demselben Maaße verschwindet, und davon nur die Gegenfarbe des stärkeren Lichtes übrig bleibt; wie der grüne Schatten eines Würfels auf weißem Papier zeige, der entstehe, wenn man das reflectirte Licht eines Blattes rothen Papiers zu gleicher Zeit auf das weiße Papier fallen laße. Auch gehört hieher die Erscheinung des grünen Schattens, den eine dunkelrothe Glasscheibe, und den rothen, den eine dunkelgrüne Scheibe gewährt, wenn durch dieselbe das Kerzenlicht fällt, während ein zweites Licht ohne diese gefärbten Medien zur Schattenumgränzung und zum Auge gelangt.

3) Einen sehr schönen hieher gehörigen Versuch beschreibt v. Göthe a. a. O. Nachdem man in einem dunkelen Zimmer zwei brennende Kerzen in gleicher Entfernung von dem Beobachter und ungefähr 1½ Fuß weit von einander so gegenüber gestellt hat, daß ein zwischenliegender Bogen weißen Papiers, von einem auf dessen Mitte senkrecht gehaltenen Stäbchen zwei gleiche (durch das Gegenlicht erhellte und daher) graue Schattenbilder darbietet, bringt man vor die eine Flamme ein so großes farbiges Glas, daß dadurch die ganze Papierfläche einen der Farbe des Glases entsprechenden Farbenhauch erhält; der diesem Glase zugewendete Schatten wird mit demselben nur etwas dunkelerem Farbenhauche erscheinen, während der entgegengesetzte, abgewendete Schatten die zugehörige Ergänzungsfarbe darbietet. War z. B. die Farbe des Glases grün, so ist die des Gegenschattens roth, war die erstere blau, so ist die des letzteren orange, war jene violett, so ist diese gelb ꝛc. — Beschaut man, den Rücken gegen die hochstehende Sonne gewendet, einen lebhaft farbigen, auf weißem Papiere liegenden Streifen, unver-

wandten Blickes einige Zeit hindurch, und entfernt ihn dann schnell, so sieht man statt seiner auf dem Papier ein gleichgroßes Bild von der entgegengesetzten Farbe. Vgl. auch v. Grotthuß in Schweigger's Journ. III. 148.

9) Betrachtet man die gerade gegenüber befindlichen Gegenstände (z. B. die Fensterrahmen durch ein dem oben (S. 311) beschriebenen gleichendes, horizontal vor die Augen zu haltendes Prisma, dessen einer Winkel acb gerade unterwärts gekehrt ist, indem man sie mit den Augen durch eine der brechenden Flächen (z. B. ac) verfolgt, so erscheinen sie beträchtlich tiefer, als sie wirklich vorkommen, und unter ihnen die seitwärts liegenden am tiefsten, sodaß sie ein aufwärts gekrümmtes Bild gewähren, dessen Ränder überall von Regenbogenfarben erglänzen, während die von den Rändern eingefaßten undurchsichtigen Theile nur dunkle Stellen darbieten. Die Erscheinung dieser farbigen, Säume, sofern dieselben nicht nur am weißen oder schwarzen (d. i. sehr geschwächtes Licht reflectirenden S. 316) sondern auch an farbigen Gegenständen gesehen werden, beweißt, daß die gefärbten Körper ausser dem farbigen auch Weißlicht zurückwerfen. Ueber mehrere hieher gehörige Versuche vergl. v. Göthe Beiträge zur Optik. Weimar 1 u. 2 St. 1791 u. 1792 8. u. Gren's Bem. in dessen Journ. d. Phys. VII. 3.

§. 127.

Strahlt paralleles, zur kleinen Oeffnung eines finsteren Zimmers eintretendes Licht an den scharfen Kanten undurchsichtiger Körper vorbei, welche dichter sind als die umgebende Luft, so wird es nach der Kante zu convex gekrümmt; hält man einen dünnen Körper (z. B. ein feinen Drath) in den Stral, so ist der auf die gegenüber befindliche Wand geworfene Schatten breiter, als er der Dicke des Körpers nach sein sollte, und einzelne um den Körper zusammen gebogene Lichtstralen fallen in denselben, in Form einzelner Streifen hinein; läßt man endlich einen dünnen Stralencylinder weißen Sonnenlichts durch zwei scharfkantige, mit ihren Kanten einander nahe entgegenstehende Bleche in das finstere Zimmer fallen, so entsteht an der, solcher Oeffnung gegenüber stehenden weißen Wand ein, mit der Entfernung der Wand an Breite gewinnendes, Farbenbild, dessen innerer Theil von violettem Lichte erglänzt, während die Säume das rothe Licht des prism. Farbenbildes darbieten. War der einfallende Lichtcylinder einfarbig, so zeigt das ebenfalls einfarbige Bild

„abwechselnde hellere und dunkelere" Streifen. Sämmtliche hieher gehörige Phänomene begreift man unter der gemeinschaftlichen Benennung: Beugung, Inflexion oder Difraction des Lichtes, und betrachtet ihr Entstehen, als eine sichtbare Folge der Anziehung raumerfüllender Substanzen auf das Licht (oder vielleicht richtiger auf die Licht durchstralende Luft); Gren's Naturl. 6te Aufl. S. 454. Grimaldi sah sie 1665 zuerst, Newton, Jordan u. A. wiederholten sie, und Biot und Pouillet widmeten sich ihrer weiteren, vorbemerkten Entstehungsgrund bestätigenden Untersuchung; s. m. Experimentalphys. a. a. O. Die flimmernden Farben der im Sonnenglanz betrachteten einzelnen Haare, der farbige Saum, den der Mond bei einer centralen Sonnenfinsterniß zeigt, vielleicht auch die Vervielfältigung des Bildes, eines in gewisser Entfernung durch mit Nadelstichen durchlöchertes Papier, Flor ꝛc. gesehenen leuchtenden Gegenstandes, ꝛc. gehören hieher; s. a. a. O.

§. 128.

Läßt man einzelne Lichtstralenbündel durch Krystalle fallen, deren Grundform (S. 38) weder ein Würfel noch ein regelmäßiges Octaeder ist, so werden sie beim Durchgange theils übereinstimmend mit den S. 280 entwickelten Brechungsgesetzen gebrochen, theils gemäß der Lage der Hauptaxe des Krystalls und deren (muthmaßlich entweder anziehenden oder abstoßenden) Einwirkungen auf das Licht, in Richtungen abgelenkt, welche sie als gespaltete Stralenbündel aus dem Krystalle heraustreten laßen; man nennt dieses die doppelte Stralenbrechung oder die Polarisation des Lichtes durch Brechung, und nimmt in Uebereinstimmung mit den Ergebnissen der Untersuchungen eines Huyghens, Wollaston, Malus, Laplace und Biot an, daß die Geschwindigkeit des Lichtes durch die ungewöhnliche Anziehung im Krystalle vermehrt, durch dessen Abstoßung hingegen vermindert werde.

Bem. 1) Der rhomboidale Kalkspath (oder sog. isländische Doppelspath) dient gewöhnlich zu den hieher gehörigen Versuchen, und schon Erasmus Bartholinus machte 1669 auf die starke doppelte Stralenbrechung dieses Gesteins aufmerksam; jedoch gehen demselben in dieser Hinsicht (Brewster's Untersuchungen

zufolge) Chrysolith, kohlensaurer Strontian, Pistazit, Zirkon, kohlensaures Bley und chromsaures Bley voran, während ihm Topas, Weinsäure, schwefelsaures Kupfer, schwefels. Kalk u. schwefels. Eisen nebst m. a. darin nachstehen. Der regelmäßige Stral folgt beim Kalkspath vollkommen dessen Brechungsverhältniß = 5 : 3; der ungewöhnlich gebrochene Stral macht mit dem ersten einen Winkel von ungefähr 6 ≺ 4'.

2) Zieht man durch die Scheitel der beiden entgegengesetzten stumpfen Winkel eines rhomboidalen Kalkspathkrystalls in Gedanken eine gerade Linie, so heißt diese Diagonale die Hauptaxe des Krystalls; bei der doppelten Brechung lenkt der ungewöhnlich gebrochene Stral von der Hauptaxe gegen den entgegengesetzten spitzen Winkel ab, so daß er vom stumpfwinkligen Eck dem spitzwinkligen zubiegt. Betrachtet man eine Stahlnadel oder einen auf weißem Grunde befindlichen schwarzen Punkt durch den Krystall, so haben beide Bilder des Punkts bei jeder gewählten Richtung denselben Abstand. Nur in dem einzigen Falle, wo die Stralen in der Richtung der Axe einfallen, entsteht kein doppeltes, sondern nur ein einfaches Bild, und dies giebt zugleich ein Mittel an die Hand, die Hauptaxe durch den Versuch zu finden.

3) Bei der anziehenden Axe nähert sich der ungewöhnlich gebrochene Stral der Axe mehr, bei der abstoßenden wird er mehr von ihr entfernt; so als ob er im ersteren Falle aus dem dünneren in das dichtere und im letzteren aus dem dichteren in das dünnere Mittel schief einfiele. Zwei gleich dicke, mit entgegengesetzter Richtung ihrer Axen übereinander gelegte Doppelspathe, geben ebenfalls nur ein Bild, aber von doppelter Intensität. Ein bis zur hinteren Fläche des Krystalls eindringender Stral, wird auch doppelt reflectirt, und gewährt so ebenfalls eine Vervielfältigung der Bilder. Legt man einen zweiten Doppelspath so über den ersteren, daß beider Hauptschnitte (d. s. die in der Ebene der Axe geführten oder gedachten Schnitte) parallel liegen, so erleiden die im ersten Krystall polarisirten Stralen im zweiten keine neue Spaltung, sondern es gehen die Stralen in dem zweiten Krystall nach dem Gesetz des ersten fort. Schneiden sich hingegen die Hauptschnitte beider Krystalle rechtwinklig, so erscheinen zwar auch nur zwei Bilder, aber mit dem Unterschiede, daß der gewöhnlich gebrochene Stral im ersten Krystall nur zum ungewöhnlich gebrochenen im zweiten Krystalle, und umgekehrt der ungewöhnlich gebrochene des ersten Krystalls zum gewöhnlich gebrochenen des zweiten wird. Alle übrige Lagen der übereinander liegenden Krystalle, bei welchen die Hauptschnitte weder parallel noch senkrecht schneidend laufen, spalten jeden der zwei polarisirten Stralen des ersten Kry-

stalls wiederum in zwei Stralenbündel, so daß man dann neben den zwei gewöhnlich gebrochenen noch zwey ungewöhnlich abgelenkte erhält. Biot nennt die Wirk. der anziehenden Axe: Quarz-Polarisation, die der abstoßenden Axe: Beryll-Polarisation; zu der letzteren Klasse gehört auch der Doppelspath.

§. 129.

Wird ein Stral von einem durchsichtigen Körper theils reflectirt, theils hindurchgelassen, und fällt er nun auf einen zweiten durchsichtigen Körper unter demselben Winkel ein, unter welchem er zu dem ersten Körper gelangte, so sind der von Malus gemachten Entdeckung zufolge für den zweiten Körper zwey einander entgegengesetzte Lagen möglich, in welchen sämmtliches auffallendes Licht zurückgeworfen, und zwei andere, einander ebenfalls entgegengesetzte (von den ersteren um 90° abweichende) in welchen alles eindringende Licht hindurchgelassen wird. Das Licht erleidet mithin unter den bemerkten Bedingungen auch durch Rückstralung eine: Polarisation durch Spiegelung zu benennende, ungewöhnliche Ablenkung, welche, wie Malus gezeigt hat, von der Beschaffenheit des Spiegelnden und von dem Einfallswinkel des auffallenden Strals abhängig ist; Gilbert's Ann. XXXII. 463 ff.

Bem. 1) Stellt man ein zweites Spiegelglas mit dem ersten parallel, so wird der durch das zweite Glas zum zweiten Male zurückgeworfene Lichtstral sich wieder dem einfallenden Strale parallel bewegen. Dreht man hierauf das zweite Glas dergestalt um eine senkrechte Axe, daß dessen Neigung gegen den senkrecht auffallenden Stral keine Aenderung erleidet, um einen Winkel von 90°, so wird kein Licht zurückgeworfen; gleichsam als ob die Rückwerfung des senkrechten Strals nicht vom Neigungswinkel, sondern vielmehr von den Seiten des (von Malus als viereckig betrachteten und nach ihm angeblich aus octaedrischen Atomen bestehenden) Lichtstrals abhinge, welche in die Einfallsebene des zweiten Spiegels fallen. Solche angebliche, unter einem Winkel auf einander stehende, eigenthümlich wirkende Seiten, nennt Malus die Pole des Lichtstrals, und daher die von ihm gewählte Bezeichnung des Phänomens durch den Ausdruck Polarisation; a. a. O. XXXVIII. 237. Mayer bedient sich zu den hieher gehörenden Versuchen zweckmäßiger ein Quadratfuß Fläche darbietende, hinten mit schwarzem Weingeistfirniß belegte Spiegelglasplatten,

Biot eines eigenen dazu erfundenen Instruments (vergl. auch a. a. O. LVI. 427) und Schweigger einer noch bequemeren, jedoch nicht zu allen Versuchen ausreichenden (nach dessen Angabe in München verfertigt werdenden) Lichtpolarisations-Maschine; s. m. Experimentalphys. Cap. X.

2) Bei durchsichtigen Materien ist der Polarisationswinkel sowohl von ihrem eigenen Lichtbrechungsvermögen, als auch von dem des umgebenden Mittels abhängig, und macht nach Brewster mit dem gebrochenen Stral einen rechten Winkel. Läßt man den Stral auf spiegelnde Flächen unter einem Winkel von 54° 35' auffallen, so wird er polarisirt; die Stärke der Polarisation ist aber bei den verschiedenen Spiegeln rücksichtlich der Einfallswinkel nicht gleich. Malus fand sie am stärksten beim Glase unter einem Winkel von 35°, beim Wasser unter einem Winkel von 37° 15. Das Licht verliert durch die Polarisation an Intensität und erleidet Aenderung seiner Farbe.

3) Läßt man den polarisirten Stral durch dünne, regelmäßig krystallinische, parallel mit ihrer Hauptaxe geschnittene durchsichtige Blättchen fallen, so bietet er beim Umdrehen der Hauptaxe der Blättchen um denselben herum, eine vierfache, von 45° zu 45° wechselnde Veränderung seiner Intensität dar. Biot nennt diesen Intensitätswechsel die bewegliche oder wechselnde Polarisation, zum Unterschiede von der bei unveränderter Stellung der spiegelnden Flächen gegebenen festen Polarisation. Wählte man zu dem Blättchen des bemerkten Versuchs das des Glimmers (der zwei Axen hat; eine in der Ebene der Blätter, die andere senkrecht auf derselben) oder noch besser das des blättrigen Gypses oder „Fraueneises", so entsteht während jener Drehung ein ungemein prachtvolles schönes Farbenspiel, welches von 45° zu 45° viermal abwechselnd entsteht und wieder verschwindet. Mit der Zunahme der Dicke der Blättchen ändern sich die Farben gemäß dem S. 364 entwickelten Gesetze. Wird hiebei die Hauptaxe des Gypsblättchens um den polarisirten Stral gedreht, so erscheinen bei 90° und 270° Drehung die Ergänzungsfarben (S. 317) der bei 0° und 180° gegebenen Gegenfarben, während bei einem Drehungsabstande von 45° von den bemerkten Winkeln alles ungefärbt erscheint. Mithin fallen hier die complementären Farben mit jenem Winkel zusammen, bei welchem der weiße Stral die geringste Intensität hat; die Gegenfarben erscheinen hingegen bei jenen, wo der weiße Stral die größte Leuchtungsstärke besitzt; s. oben §. 4. Bem. 126. Aehnliche Farben sieht man, wenn man schwarze Spiegel mit dünnen Blättchen belegt, auf dieselben das reflectirte Licht weißer Wolken fallen läßt, und das Bild in

einem zweiten Spiegel unter gehörigem Winkel, oder durch ein Kalkspathprisma betrachtet.

4) Arago zufolge verliert der durch dünne Blättchen gegangene Stral seine Polarisirung, und giebt wiederum, wenn er dann durch einen Doppelspath fällt, zwei Stralen von verschiedenen Farben, die sich als Gegenfarben zu Weislicht zu ergänzen vermögen; Biot's weitere hieher gehörige Untersuchungen zeigten, daß ein weißer polarisirter Stral, wenn er auf ein der Hauptaxe parallel geschnittenes Glimmer- oder Bergkrystallblättchen fällt, unabgelenkt bis zu einer gewissen (für die ungleichartigen farbigen Mittel verschiedene) Tiefe eindringt, dann aber lebhaft zu oscilliren beginnt. Es sind diese merkwürdigen Schwingungen für die Lichttheilchen aller Farben von gleicher Ausdehnung, aber von ungleicher, vom Violett bis Roth fortdauernd abnehmender Geschwindigkeit. „Zufolge dieser ungleichen Geschwindigkeit" erscheinen an den beiden Grenzen der Schwingungen bei jeder verschiedenen Dicke des Blättchens verschiedene Farben, und diese waren es, welche Arago als getrennte farbige Lichtbündel wahrnahm; Gilbert's Ann. XLVI. 16 ff. Biot mißt diese Schwingungen, bestimmt ihre Dauer, Stärke und Abänderung, und dennoch wird jede einzelne derselben in einer Zeit vollendet, in welcher das Lichttheilchen die Dicke von ungefähr $1/_{100}$ Linie durchläuft, die hiezu erforderliche Zeit beträgt aber nur den 14 billionsten Theil einer Sekunde. Biot nimmt an, daß in diesen wie in allen ähnlichen Phänomenen der Farben dünner Schichten, der Beugung rc., die kleinsten Theilchen des Lichtes gleichmäßig um ihren Schwerpunkt rotiren, so daß der eine Pol der Rotationsaxe sich zu den Körperoberflächen oder Körper-Einzelnlagen anziehend, der andere abstoßend verhält, woraus dann folgt, daß die Hauptaxen der Krystalle gleichfalls ziehend und abstoßend gegen die Axen der Lichttheilchen und gegen deren Pole wirken müssen. Bis zu einer gewissen Tiefe in krystallinische Körper gedrungen, werde die Lage der Lichtkügelchen zur Krystallaxe bestimmt und beständigt, und erzeuge so die feste Polarisation; in dünnen Blättchen hingegen erleide dann nur die oscillatorische Bewegung der Lichtkügelchen eine Abänderung, die jedoch nach Maaßgabe der Dicke, Temperatur rc. des Blättchens verkleinerungs- oder vergrößerungsfähig sey, und also veränderlich die bewegliche Polarisation gewähre.

5) Metallene Spiegel polarisiren weniger als unmetallene, und noch weniger leisten die gewöhnlichen mit Metall belegten Glasspiegel. Vorzüglich gut wirkt geglättetes schwarzes Papier, wenn es einer ebenen Holzfläche zum Ueberzuge dient, und mit reinem

Kopalfirniß überzogen worden ist. Unebene Spiegel geben wellenförmige Bilder.

6) Neigt man — Seebecks Entdeckung gemäß (Schweigger's Journ. VII. 285. XII. 1 ff.) zwei unbelegte Spiegelgläser unter einem Winkel von ungefähr 110° gegen einander, stellt darauf einen am besten aus ungekühltem Glase verfertigten Würfel so zwischen beide Spiegel, daß die Flächen dieses brechenden parallelen Glaskörpers gleiche Neigung gegen jeden der beiden Spiegel haben und läßt dann beide auf freies Tageslicht fallen; so erscheint in jedem der Spiegel ein schwarzes (in der Mitte helles) Kreuz, und in jeder Ecke desselben sieht man concentrische Farbenringe. Ist nur einer der Spiegel beleuchtet, und schneiden sich beide Spiegelflächen unter einem rechten Winkel, so zeigt nur der andere Spiegel ein ganz schwarzes Kreuz, und hält man das direct einfallende Licht vom zweiten Spiegel mittelst eines Schirmes ab, so fehlt die Figur im ersten Spiegel ganz. Eine ähnliche Farbenerscheinung, von dem Entdecker entoptische Figuren genannt, bemerkt man auch, wenn man durch den Schirm einer Astrallampe, oder durch mattgeschliffenes Glas gleichmäßig hell gemachtes Flammenlicht, oder statt dessen Weißwolken-Licht mit einem schwarzen Spiegel auffängt, es durch ein mit (auf der Hauptaxe) normalen Flächen geschnittenes Doppelspathblatt, in Richtung der Hauptaxe desselben einem zweiten schwarzen Spiegel im Polarisationswinkel zuwirft; desgleichen, wenn man einen gewöhnlichen Glaswürfel mit schwarzem Papier unterlegt (dadurch die Würfelunterfläche in einen schwarzen Spiegel umwandelnd) und von der Seite einen schwarzen Spiegel gegen den Würfel neigt; man sieht dann das Bild des Würfels im Spiegel, mit dem schwarzen Kreuze und den farbigen Ringen. Auch mit Hülfe der Polarisirungsmaschine laßen sich diese Figuren sehr schön darstellen. Sollten nicht unter gewissen Gegen- und Zwischenstellungen der Wolken ähnliche Phänomene in den oberen Regionen möglich werden, und sollte hieher die von Constantin d. Gr. gesehene Erscheinung gehören?

§. 130.

Im Großen erblicken wir die Phänomene der Farbenzerstreuung am glänzendsten und erfreulichsten im Regenbogen. Es zeigt sich uns derselbe in einer dunkelen regnenden Wolke, gegen welche die Sonne dergestalt scheint, daß wir mit den Augen der Wolke zugewendet uns zwischen Sonne und Wolke befinden, so daß der Mittelpunkt des farbigen Bogens der Sonne diametrisch

entgegengesetzt und mit dem Auge des Beobachters in derselben geradlinigen Richtung ist, und er entsteht durch prismatische Biechung der Sonnenstralen in den Wassertropfen und theilweise Spiegelung von deren Hinterflächen Da bei uns die Sonne nicht von Norden her in Süden schwebende Wolken bescheinen kann, so können wir auch in unseren Gegenden in der letztgenannten Weltgegend nie einen Regenbogen erblicken.

Bem. 1) Man unterscheidet Haupt- und Nebenregenbogen, der letztere ist das gespiegelte, oder durch doppelte Reflexion entstandene und daher die Farben in verkehrter Ordnung darbietende schwächere Bild des ersteren. Manchmal sieht man mehrere Nebenregenbögen, von denen die entfernteren hinsichtlich der Intensität des Farbenlichts beträchtlich geschwächt erscheinen. Zu den Seltenheiten gehören die durch Mondlicht erzeugten schwächeren Regenbogen. Auch von Winde getriebene Wasserstralen der Springbrunnen geben im Kleinen eine analoge Erscheinung. Fehlen an einzelnen Stellen die Regentropfen und sind statt derselben noch nicht zu Tropfen vereinte Dunstbläschen gegeben, so ist der Bogen unterbrochen und man sieht nur ein Stück desselben im Farbenschimmer. Solche unterbrochene Regenbögen nennt man, sofern sie als einzelne Bogentheile gesehen werden: Wetter- oder Regengallen. Je dunkler die hinterstehende Wolke ist, um so lebhafter sind die der Ordnung des prismat. Bildes folgenden Farben des Bogens; von denen die innerste violett, die äusserste roth ist. Wenn die Sonnenstralen zunächst von ruhigen Wasserflächen aufgefangen und von da aus der Wolke zugeworfen werden, so wird die Entstehung eines Bogens von umgekehrter Krümmung möglich. — Erfüllen statt des Regens Dunst- oder Nebelbläschen die niedere Wolkenregion, ohne daß es dabei zu vollständig gesonderten einzelnen Regen- Wolkenbildungen kommt, so entstehen nach ähnlichen Gesetzen wie beim Regenbogen, die Höfe um Sonne und Mond (vergl. Brandes in Gilbert's Ann. XI. 144). Werden hingegen aus kleinen Dunstbläschen gebildete Schichten von dem zwischen einzelnen Wolken durchstrahlenden Sonnenlichte beleuchtet, ohne merkliche Farbenzerstreuung, so zeigt sich das sog. Wasserziehen der Sonne, und wird das Sonnen- oder Mondlicht von einzelnen Dunstbläschen-Anhäufungen reflectirt, oder wahrscheinlicher durchschneiden die das Sonnenbild umfassenden concentrischen Kreise mehrerer Höfe einen horizontal liegenden Kreise, so sehen wir (in der Gegend des Durchschnittspunktes der Kreis) Nebensonnen, Nebenmonde. Auch die Dämmerung (S. 161) gründet auf Reflexion und Brechung

des Sonnenlichts, und Morgen- und Abendröthe sind ebenfalls Erfolge farbenzerstreuender Brechungen und Spiegelungen der, sehr schief einfallenden Sonnenstralen in kältere Luft- und Dunstschichten; je mehr von den letzteren zugegen sind, um so vielfarbiger wird das Phänomen, und deutet in diesem Falle (zumal des Morgens) auf bevorstehenden Regen, dagegen reine klare Abendröthe (seltener mit gegenüber liegendem complementärem grünlichem Farbenschimmer einzelner lichter Wolken) einer von Dunstbläschen-freien Luft ihr Entstehen zu verdanken und starke trübe Abendröthe bevorstehenden Wind anzuzeigen scheint. Sämmtliche durch Lichtbrechung, Spiegelung und wohl auch häufig durch Lichtpolarisirung erzeugten Lufterscheinungen, nennt man Lichtmeteore oder Photometeore; vergl. Schmidt's Naturl. II. 760. ff.

2) Jeder einzelne in den fallenden Tropfen in schiefer Richtung gelangende Sonnenstral, wird dem Einfallslothe (oder der den Mittelpunkt des Tropfens in senkrechte Richtung schneidenden geraden Linie) zugelenkt, und geht nach der Zulenkung theils hindurch, theils wird er von der hinteren Fläche des Tropfens wiederum zurückgeworfen, und erleidet beim Austritt aus dem Tropfen wieder eine vom Einfallsloth ablenkende Brechung und Farbenzerstreuung. Der rothe Stral erleidet darin die geringste, der violette die stärkste Brechung (S. 313.) so daß der Winkel den der erstere nach seiner Reflexion mit dem unzerstreuten Sonnenstral macht, Newton's Untersuchung gemäß 42° 2 und der des violetten 40 16 beträgt. Der rothe Stral wird daher weniger aus der Richtung seines Einfallens gebrochen als der violette, und während der erstere aus einem höheren Tropfen zum Auge gelangt, wird der letztere aus demselben Tropfen kommend über dem Auge weggehen, und hingegen aus einem niederen Tropfen rückstralend noch zum Auge gelangen, während der rothe desselben Tropfens darunter weggeht. Wenn hiernach der äussere Halbmesser des Hauptregenbogens 42° 2 und der innere desselben 40° 16 beträgt, so betragen hingegen bei den Nebenregenbogen beide Halbmesser 54° 9' und 50° 59'. Der ganze Bogen ist zu betrachten als ein Theil des Umfanges der Basis eines Kegels, dessen Spitze in den Mittelpunkt der Pupille des beobachtenden Auges reicht, das daher wie jedes einzelne der farbigen Erscheinung zugewendete Auge seinen eigenen Regenbogen sieht, zu dessen Entstehen übrigens nur diejenige farbigen Stralen beizutragen vermögen, welche nahe bei einander parallel einfallend so gebrochen werden, daß sie hierauf reflectirt wieder parallel zurück gehen, und dieses Parallelismus wegen noch hinreichende Intensität haben, um auf das Auge hinreichend wirken zu können.

3) Erläutern läßt sich die Entstehung des Regenbogens durch eine beweg-

liche, mit Wasser gefüllte Glaskugel, welche man so lange erhöhen oder erniedern kann, bis man in ihr wie im Regentropfen des Regenbogens die eine oder die andere prismatische Farbe erblickt. Da die Regentropfen im Fallen begriffen sind, so ist klar, daß jeder in jedem Augenblicke einen andern Regenbogen als den nächst vorhergehenden sieht. Auch geht aus dem Obigen (Bem. 2) hervor, daß man von dem entstehenden Regenbogen nichts sehen wird, wenn die Sonnenhöhe = 42° 2 oder darüber ist, so wie denn auch der über der Horizontallinie erhobene Theil des Bogens nur 42° 2 Höhe zu erreichen vermag. Befände sich hingegen der Beobachter in einer solchen Höhe, daß es ihm möglich wäre auch 42° 2 unter seiner Horizontallinie bis zur Gegenseite der dunkelen Wolke zu sehen, so müßte ihm der Regenbogen als ein Kreis erscheinen, von 42° 2 scheinbarem Halbmesser; woraus hervorgeht, daß man wird auf beträchtlichen Höhen einen größeren Theil des Regenbogens übersehen können, als auf dem flachen Lande.

4) Einigermaaßen den Höfen (Bem. 2) ähnlich sind die sog. farblosen Heiligenscheine, welche die Schatten der Köpfe (vorzüglich die Morgens oder Abends auf grünen Fluren geworfenen Schatten) umgeben, und entweder als helle Ringe erscheinen, deren äusserer Saum sich in die umgebenden helleren Flächen schnell bis zum Unmerklichen erstreckt, oder mehrere, verschiedentlich weit von dem Schatten abstehende concentrische Kreise bilden. Die erstere Art scheint dadurch begründet zu werden, daß die dem Schatten zunächst angrenzenden Gegenstände dem Auge mit voller Beleuchtung zugewendet sind, während ihm die entfernteren mehr und mehr von ihrer Schattenseite zuweisen; die letztere nur im Nebel und in ähnlichen Dunstmassen entstehende Art, welche gleich dem Regenbogen nur auf der der Sonne entgegengesetzten Seite gebildet wird (deren Halbmesser jedoch von jenem des Regenbogens abweichen) dürften wirklicher in der Nähe des Schattens vermehrter Reflexion und Brechung ihre Entstehung verdanken, indem die Schatten kühlend wirken und daher nächst ihrer Begrenzung theils Zusammensinken (oder Zusammenziehen) der Dunstbläschen veranlassen, theils Entwärmung der nächsten Dunstschichtchen bewirken und durch beiderlei Wirkungen die einzelnen Dunstbläschen vergrößern oder zusammenfließen machen.

5) Ausser den genannten Photometeoren gehören hieher noch die Phänomene der Luftspiegelung (S. 284) mit den verwandten Erscheinungen (wohin z. B. auch das sog. Brockengespenst gezählt werden kann; Gilbert's Ann. XII. 24), die des Zodiakallichts (S. 171) und des Nordlichts. Letzteres werden wir späterhin mit den übrigen zwar leuchtenden aber meist durch Electricität bedingten Lufterscheinungen, seiner muthmaßlichen Entste-

hung nach würdigen. Meinecke's Bem. über ein ausgezeichnetes durch Luftblasen entstandenes Eisbild; Gilbert's Ann. LVIII. 394. Beträchtlicheren Einfluß als man gewöhnlich annimmt übt auf die Entstehung und Veränderung sämmtlicher Photometeore die Wärme, die, indem sie mit den Anziehungen der Materien ins Gleichgewicht tritt, deren Wirkungen auf das Licht nothwendig mindert, und die, wie der Inhalt des nächsten Kap. zeigen wird, häufig selbst durch die Einwirkungen des Lichtes erzeugt wird; vergl. auch oben S. 259 u. 262 ff.

6) Wenn den neueren Erfahrungen gemäß in den gelben Stralen des prism. Farbenbildes die stärkste Leuchtung gegeben ist (und schon darum die Entstehung der blauen Gegenfarbe z. B. in der Himmelsbläue, in den Flammensäumen der Kerzen, des Schwefels, Weingeists, in den blauen Schatten u. s. w. unter allen Gegenfarben am häufigsten bedingt wird, weil das meiste auf der Erdoberfläche wirkende Licht gelblich ist und dieses Licht den stärksten Eindruck auf unser Auge macht) so zeigen dagegen die violetten Stralen die stärksten chemischen Wirkungen (S. 262 u. 263) und die rothen die größte Wärmeerregung; vergl. Boeckmann's Ritter's, Wollaston's, Wünsch's, Ruhland's u. s. w. Vers. in m. Syst. d. Chem. u. Experimentalphys. a. a. O. — Röthung der Flamme z. B. des Weingeists durch lösliche Kalk- und Strontiansalze, Grünung z. B. der erwähnten Flamme durch Boraxsäure und Kupfersalze scheinen durch Wiederverbrennung bewirkt zu werden, indem die genannten Salzgrundlagen (Strontian, Kalk, Kupferoxyd u. s. w.) in der Flamme zuvörderst reduzirt (vom Sauerstoff befreit) und dann wieder verbrannt werden, so daß es eigentlich die (besonders am Flammensaume) wieder verbrennenden Metalle sind, welche die Farbenänderung hervorbringen. — Ruhland will gefunden haben, daß die chemische Wirksamkeit der Farbenstralen im umgekehrten Verhältniß mit deren Leuchtungsstärke stehe. Es ist wahrscheinlich, daß das Licht chemisch wirkt, sofern es das electrische Gleichgewicht stört, und daß es wärmt, in soweit es das Gleichgewicht zwischen der Wärme und der Cohäsion der Materien aufhebt. Letztere wird übrigens in lebenden Organismen besonders in Pflanzen durch das Licht erhöht, in abgestorbenen hingegen gemindert, ohnerachtet zugleich Wärme frei wird; vergl. a. a. O. Daß jenseits des Rothlichts des Spectrums keine (unsichtbaren) Wärmestralen vorhanden sind, und ebenso ausserhalb des Violett keine chemisch wirkenden, unsehbaren, wie das erstere von Herschel und letzteres von Ritter behauptet wurde, scheint fast ausser Zweifel zu sein; s. oben S. 262. Giebt es keine absolute Finsterniß, sondern muß vielmehr das Dunkelste betrachtet werden, als ein Gegebe-

mes, dessen Lichtentstralungs- oder Rückstralungsgröße erfahrungsgemäß die kleinste ist, so kann auch selbst in der Torricellischen Leere (S. 228) die durch dieselbe hindurch wirkende Wärme nicht für sich vorkommen, sondern wird stets als von mehr oder weniger Licht begleitet wirksam sein müssen.

7) Brewster's neueren Untersuchungen zufolge hängt das Vermögen einfallendes Licht zu verschlucken oder die Lichtabsorption bei verschiedenen krystallisirten Durchsichtigen mit der Lage ihrer Krystalltheile dergestalt zusammen, daß die Verschluckung nach gewissen, durch die Krystallaxe bedingten Richtungen erfolgt. Bringt man nämlich eine Säule von bläulich-grünem Beryll in einen Bündel polarisirten Lichtes, so läßt der Krystall, wenn seine Axe senkrecht auf der Ebene der Polarisirung steht, nur ein grünlich weißes Licht hindurch. Bringt man ihn drehend aus der einen Lage in die andere, so geht das blaue Licht allmählig in das grünlichweiße über. — B. folgert hieraus daß in der ersten Lage das grüne, in der anderen das blaue Licht verschluckt werde (vergl. §. 129. Bem. 3 u. 4) und bemerkt, daß seinen Untersuchungen zufolge diese Eigenschaft in folgenden zwölf nur eine Axe besitzenden Krystallen gegeben sey: Zirkon, Saphir, Rubin, Smaragd, Beryll, Bergkrystall, Amethyst, Turmalin (desgleichen der rothe sibirische, oder sog. Rubellit oder Siberit) Idiocrase (Vesuvian) Honigstein, Apatit, Phosphors. Bley und Kalkspath. Die Farben welche sie bei den entgegengesetzten Lagen darbieten, verhalten sich zueinander wie Ergänzungsfarben, jedoch treten sie selten mit der Reinheit hervor, wie beim Beryll; z. B. ist beim Amethyst die Farbe bei der Lage der Axe in der Ebene der primitiven Polarisation blau, bei der auf dieser Ebene senkrechten Axenlage nelkenbraun (d. i. ins Röthliche spielendes dunkeles Gelb; S. 316); beim Kalkspath die erstere orange, die andere gelblich-weiß rc. Auch giebt es einzelne Abarten der genannten Gesteine, deren Krystalle nur Bilder von einerlei Farbe geben; z. B. gewisse Rubine, Saphyre, Smaragde rc. — Man muß daher zuvor untersuchen, wie sich die Krystalle in obiger Hinsicht verhalten, damit man sie zum Gebrauch der Juweliere auf die rechte Weise schneiden lassen kann. Einige Krystalle (z. B. die des Saphir, des Vesuvian) gewähren zweierlei Farben mit gemeinem Lichte, je nachdem dasselbe entweder parallel ihrer Brechungs-Polarisations-Axe, oder senkrecht auf diese Axe einfällt. In Krystallen mit zwei Axen (z. B. im Topas, Schwerspath, Schwefel rc) divergiren die beiden Farben der beiden Stralenbündel rechtwinklig von den resultirenden Axen des Krystalls; Erhitzung ändert diese Erscheinungen.

Fünftes Kapitel.

Von der Wärme.

§. 131.

Wir nennen Wärme jenes Gemeinwesen, durch dessen Vermehrung das Gefühl des Warm= oder Heißseins und durch dessen Verminderung das der Kälte in und an uns hervorgebracht wird. Geleitet von diesen sinnlichen Eindrücken bestimmen wir die fühlbare Wärme oder Kälte unserer Umgebungen, als ein Mehr oder Weniger der freiwirkend anwesenden Wärme (diese als physische Ursache jener Wirkungen betrachtend) und messen die Größe derselben nach den allgemeinen Wirkungen, welche sie unter übrigens gleichbleibenden Umständen auf dieselben Materien ausübt, ohne diese Materien wesentlich zu verändern. Zu diesen Wirkungen gehören vor allen die Ausdehnungen, welche das Thermometer, oder bei größeren Hitzgraden das Pyrometer mißt, und die Zustandsänderungen (S. 34 ff.), die nicht immer von Erweiterungen des Raumumfanges begleitet sind.

Bem. 1) Mehrere ältere Physiker und unter den neueren Rumford und Davy halten die Erscheinungen welche die Wärme darbietet, für Vibrationen der Raumerfüller; allein unter mehreren Gegengründen zeigt schon die „Fortpflanzung der Wärme durch die Leere" und die durch Wärme eintretende chemische Zersetzung vieler Gemische und fast aller org. Bildungstheile, daß es sich bei

der Wärme nicht von mechanischen Veränderungen oder blossen Bewegungen, sondern von einem Eigenthümlich-Beweglichen handele. Die Hauptgründe suchten die Vertheidiger der Vibrationstheorie in der Reibungswärme; allein theils läßt sich nicht beweisen, daß die Entwickelung der Wärme durchs Reiben ins Unendliche fortgehe, theils kann man die Möglichkeit eines Widerzufliessens der Wärme aus den Umgebungen auf bis jezt noch ungekanntem Wege nicht geradezu verwerfen, theils zeigen die übrigen Gegenwirkungsverhältnisse der Wärme, daß sie solange frei werden muß, als sie die gegenziehende Gewalt des Reibenden gegen die Ziehgewalt des Geriebenen (und umgekehrt) hinsichtlich der Erfolge ihres Gegenwirkens zu vertreten vermag; denn, wie wir weiter unten sehen werden: wird die Wärme, unter andern auch dann entbunden, wenn der sie bindenden Ziehgewalt, statt der dehnenden Wärme, eine andere aber entgegengesetzte Ziehgröße dargeboten wird. — Ein Streiffen Federharz verkürzt sich, wenn er erwärmt wird, gleich dem Stricke, wenn es genäßt wird (S. 190.) indeß beweist dieses nur das Gegenwirken der Wärme gegen die Cohäsion, aber nicht die (Raumerfüllung voraussetzende) Materialität der Wärme. Wasser wenn es sich dem Eispunkte nähert und wenn es gefriert, desgleichen Schwefel Wismuth, Gußeisen u. s. w. dehnen sich erstarrend aus (füllen daher sehr gut die Formen in welche sie gegossen werden) sind jedoch auch schon im erstarrten Zustande durch die Wärme, sofern diese nicht bis zu ihrer Schmelzung hinreicht, ausdehnbar. Zerfrieren der mit Wasser gefüllten Gefäße: Zerspringen guß-eiserner und gläserner Gefäße durch theilweise ungleiche Erhitzung, Zersprengen von luftdicht verschlossenen Gefäßen durch Erhitzung und dadurch erhöhte Ausdehnungsgewalt der eingeschlossenen Gase. Anwendung der ins Unendliche vermehrbaren Wärmeausdehnung auf Maschinenbewegung a. a. O. Ueber Wärmeausdehnung vergl. auch die S. 31. ff. entwickelten Regeln.

2) Die gewöhnlichen Thermometer bestehen aus engen, überall gleichweiten (calibrirten), an einem Ende zu einer Kugel ausgeblasenen, dann mit der die Ausdehnungsgröße angebenden Flüssigkeit theilweis gefüllten, oben zugeschmolzenen und zur Seite mit einer oder mit mehreren Wärmescalen (Thermometerscalen) versehenen Glasröhren, deren Flüssiges entweder reinstes ausgekochtes Merkur, oder reinster Alkohol ist (von denen sich ersteres für tiefe Kältegrade unbrauchbar zeigt, da es in heftiger Kälte erstarrt, letzterer hingegen schon bei mäßiger Hitze siedet und nahe dem Siedepunkte sich ungleichförmig ausdehnt). Ausserdem hat man noch Luftthermometer (der Erfindung nach die ersten; nach derselben durch Cornelius Drebbel von Bernoulli u. A. verbessert)

in denen die ausgedehnte Luft Wasser oder Merkur in eine enge Röhre aufwärts drückt, die aber minder bequem und leichter zerbrechlich sind, wiewohl sie sich in vielen Fällen empfindlicher zeigen, als die Merkurthermometer. Ueber Metallthermometer m. Experimentalphys. Cap. XI.

3) Aus der gleichmäßig fortschreitenden Ausdehnung der Materien durch die Wärme, auf eben so gleichmäßige Vermehrung der Wärme schließend, theilt man den Raum der ganzen senkrechten Thermometerskale in gleichgroße Raumtheile, Grade genannt, und bezeichnet dieselben von den niederen (kälteren) zu den höheren (wärmeren) Wärmestimmungen oder Temperaturen fortschreitend, durch die den jedesmaligen Raumtheilen-Mengen entsprechenden Zahlen. Zur Zeit sind am häufigsten in Gebrauch 1) die hundertheilige oder Centesimal- oder Celsius'sche oder schwedische Scale; sie theilt den Raum zwischen jener Temperatur, bei welcher Eis schmilzt und derjenigen, bei welcher reines Wasser in unverschloßenen Gefäßen unter einem Luftdruck von 28" Par. siedet in 100 gleiche Grade, und fährt in diesem Abtheilungsverhältniß unterhalb des Eis- oder Gefrierpunkts für jene Grade fort, welche man durch Beifügung des — Zeichens von denen über dem Eispunkte liegenden, mit + zu bezeichnenden Graden zu unterscheiden pflegt; 2) die Reaumur'sche oder de Lüc'sche; der Zwischenraum innerhalb der beiden erwähnten Punkte zerfällt bei ihr in 80 gleiche Theile; 3) die Fahrenheitische; sie setzt den Siedepunkt bei 212°, zählt von hier abwärts bis zum Eispunkte 180 Grade, hat also den letztgenannten Punkt bei 32° und steigt bis zu einer künstlichen Kälte, um zum 0° zu gelangen. Es verhalten sich mithin die Grade der drei durch F° C und R zu bezeichnenden Scalen wie 9 : 5,4; 4) die de l'Isle'sche; sie zerfällt vom Sied- bis zum Eispunkte in 150 herabgehende Grade, so daß ihr 0 = 100 C ist, und ist nur noch wenig gebräuchlich. — Die Pyrometergrade sind das gleichmäßig fortschreitende Vielfache der Thermometergrade. So liegt z. B 0°, W. d. h. der Scale des Wedgewood'schen Pyrometers bei 1077 F° und 1° W = ist 130° F. Wedgewood's Pyrometer bestand aus Thonkugeln, deren beim Brennen eintretendes Schwinden (d. i. ein in Folge zunehmender Hitze eintretendes Zusammenziehen) gemessen wurde, indem man die erhitzten Kugeln schnell in Wasser ablöschte und dann zwischen zwei convergirende graduirte Lineale brachte; allein sie werden jetzt nicht mehr verfertigt, da die sonst in Cornwallis vorkommende zugehörige Thonart nicht mehr rein gefunden wird; d. Gewerbsfr. II. S. 221 ff. Zweckmäßiger ist daher ein Platindrath zur Messung höherer Hitzgrade zu benutzen, indem sich derselbe bis zu sehr hohen Tempe-

raturen gleichmäßig ausdehnt. Je näher übrigens die zu thermometrischen oder pyrometrischen Messungen bestimmten Materien (z. B. das Merkur) dem Wärmegrade kommen, bei welchem sie ihren Zustand ändern, um so weniger gleichmäßig dehnen sich bei gleicher Wärmevermehrung aus. (Nach Dalton erfolgt diese Ausdehnung für alle gleichartige Tropfbare vom Gefrierpunkte, oder statt dessen von dem Punkte ihrer Dichte an, im Verhältniß des Quadrats der Temperaturen; indeß hat man hievon bis jetzt keine Anwendung auf die dadurch nöthig werdende Berichtigung der Thermometerscalen gemacht, weil Dalton's hieher gehörige Beobachtungen theils nicht einwurfsfrei, theils noch ungeprüft sind.)

4) Für jede besonders geartete Materie ist die Ausdehnung durch eine bestimmte Wärmemenge eine eigene und bestimmte, gemeinhin im umgekehrten Verhältniß der Dichtigkeit stehende (und mithin bei den Ausdehnsamen am meisten, bei den Tropfbaren minder und bei den schweren Metallen am wenigsten beträchtlich vermehrte) Größe. Nach Dulong's und Petit's hieher gehörigen Versuchen beträgt, wenn die Luft sich durch jede gleichgroße Temperaturvermehrung um gleichviel ausdehnt (was höchst wahrscheinlich ist) die Ausdehnung von 1° C bis 100° C für Eisen = $^1/_{28800}$, für Kupfer = $^1/_{19400}$ und für Platin = $^1/_{37700}$ und bis 300° C für E = $^1/_{22700}$, für K = $^1/_{17700}$ und für P = $^1/_{36300}$, die Ausdehnung dieser Metalle bei 0° C = 1 gesetzt. Trockne Lüfte dehnen sich Gay-Lussac's, Dalton's und Munkes Vers. gemäß von 0° C bis 100° C um 0,375 ihres Volums aus; reine Wasserdämpfe, Alkohol- und Aetherdämpfe zeigen hingegen unter gleicher Temperaturerhöhung etwas größere Ausdehnung als die trocknen Lüfte, und Gemische aus Lüften und Dämpfen dehnen sich um etwas mehr aus, als sie zufolge des arithmetischen Mittels aus den einzelnen Ausdehnungen sollten. Ueber die Ausdehnung des Wasser's bei versch. Temp. s. S. 22 und der verschiedenen Tropfbaren und Starren m. Experim. a. a. O. Nehmen wir die Länge eines hinsichtlich seiner Wärmedehnung zu bestimmenden Körpers (z. B. eines Gefaßes) bei 0° C = 1, die Ausdehnung für 1° C = χ, die Temperatur = t, so ist die corrigirte Länge = $1 + t\chi$, die corr. Fläche = $1 + 2t\chi$ und der corr. Cubikinhalt = $1 + 3t\chi$; a. a. O. (Die Ausdehnung der mäßig feuchten Luft von 0° C bis 100° C kann man = 0,393 annehmen).

§. 132.

Da man, wenn man sich von der Erdoberfläche entfernt, die Kälte um so mehr empfindet, je beträchtlicher die Höhen

sind, bis zu welchen man sich hinaufbegeben hat, so steht schon aus diesem Grunde zu vermuthen, daß die Sonne wärmt, nicht indem sie freie Wärme entstralt, sondern weil ihr Licht Wärme entbindet, wo es Ziehgewalten entgegen wirkt, welche Wärme gebunden enthalten; S. 262. Ueberall aber wo freie Wärme als neuvorhandene bemerkt wird, dürfen wir annehmen, daß die Ziehgewalten welche sie zuvor banden, mit Anderen Gegenwirkenden zur Herstellung des Ziehungsgleichgewichts gebracht wurde, während sie die Wärme entließen.

Bem. 1) Die Mittel der Wärmeentbindung sind erfahrungsgemäß 1) das Licht; welches als Weißlicht in dem Maaße wärmt, als es leuchtet, und als Rauhigkeit und Dunkelheit (so wie Gefärbtheit) der beleuchtenden Substanz zunehmen, wie die Wirkungen der Brennspiegel und Brenngläser und Thermometer mit geschwärzten, dem Lichte preisgegebenen Kugeln bezeugen (das Mondlicht wärmt nicht, wegen seiner geringen Intensität; vielleicht auch, weil es an der Mondoberfläche zum Theil polarisirt wird?) 2) die Reibung und Zusammendrückung, die wenigstens in dem Verhältniß wärmen, als die Geriebenen oder Gedruckten durch das Reiben und Drucken verdichtet werden; S. 246. Zusammendruck der Luft entzündet im pneumatischen Feuerzeuge Schwamm u. dgl. Auch (luftfreies?) Wasser soll nach Dessaignes durch Zusammendruck (S. 245) Wärme entbinden; m. Syst. d. Chem. a. a. O. Selbst heftiger Druck z. B. das Prägen der Münzen erzeugt in den Starren nur mäßige freie Wärme, hingegen führt schnelles Reiben, Hin und Her=Biegen, Stoßen (Feuerschlagen) ꝛc. bis zum Erglühen; 3) die Mischung ungleichartiger Materien; die freiwerdende Wärme steht hier (bei übrigens gleichen Umständen) im zusammengesetzten Verhältniß der durch Mischung erzeugten Verdichtung und gegenseitigen chemischen Erschöpfung oder Ausgleichung; letztere kann beträchtlich wärmen, während erstere nicht nur gar nicht eintritt, sondern vielmehr negativ wird und in Verdünnung übergeht. Je größer der chemische Gegensatz (d. i. die entgegengesetzte, Mischung bedingende Ungleichartigkeit) ist, um so mehr werden die sich Mischenden, hinsichtlich ihrer einzelnen, zuvor mit ihnen im chemischen Gleichgewichte befindlichen Wärmemengen — entsprechend ihren stöchiometrischen Werthen — einander wechselseitig vertreten. Es gehören hieher sämmtliche Verbrennungen, Salzungen und salzartigen Mischungen und Phlogistirungen oder Mischungen der Brennbaren

entweder mit Brennbaren oder mit mehr oder weniger Verbrannden; S. 49 ff. und es wird die Intensität der Mischungswärme bedingt a) durch die Größe des Wärmeableitungsvermögens des werdenden und des gewordenen Gemisches, b) durch Verminderung der dem Wärmeeinfluß preisgegebenen Masse (Schwefelflamme hitzt weniger als Phosphorflamme; dünne „Glasfäden" schmelzen und dünne „Eisendräthe" verbrennen über der Spitze der Kerzen- oder Lampenflamme) und c) durch Verminderung der Lichtentstralung. Je mehr von dem durch die Mischung freiwerdenden Lichte zerstreut wird, um so geringer, und je mehr davon dem Gemische verbleibt, um so größer ist bei übrigens gleichen Umständen die Stärke der Mischungswärme. Das durch Sauerstoffgas verbrennende Wasserstoffgas giebt die größte Mischungshitze und entbindet unter allen entflammbaren Gasen die kleinste Lichtmenge; dagegen leuchtet verbrennender Phosphor sehr stark, hitzt aber wenig, wie folgende Uebersicht der Verbrennungswärmen verschiedener verbrennenden Materien darthut. Es schmelzen durch Verbrennung

von 1 Pf. Wasserstoffgas und 7 Pf. Sauerstoffgas, indem sie 8 Pfund Wasser erzeugen, 400 Pfd. Eis.
— — Kohlenwasserstoffgas u. 4 —, 5 Pf. wäßrige Kohlens. erzeug., — 85
— — Oelbildendes Gas 3,5 —, — 4,5 — — —, — 88
— — Gasförmiges Kohlenoxyd 0,58 —, — 1,58 Kohlensäure —, — 25
— — Oel }
— — Wachs } — — 3,5 4,5 wäßrige Kohlensäure — — 104
— — Talg }
— — Holzkohle — — 2,8 3,8 — — — — 40

rc. 1 Pfd. verbrennender Schwefel schmolz in Dalton's Versuchen nur 20 Pfd. Eis, 1 Pfund Alkohol hingegen 58 Pfd. Eis. Eine Vorrichtung in welcher das schmelzende Eis zum Messen frei werdender Wärme dient, nennt man einen Eisapparat oder Calorimeter; Lavoisier und Laplace haben einen Apparat der Art zu einer Menge hieher gehöriger genauer Versuche angewendet. — Beispiele der Wärme spendenden Mischungen geben ausser den erwähnten, noch die sog. Selbstzünder oder Pyrophore z. B. aus gleichen Theilen gebranndten Alaun's, basisch kohlensauren Kali's und gepulverter Holzkohle, welche gemengt, eine halbe Stunde rothglühend erhalten und dann schnell in luftdicht zu verschließende Gläschen geschüttet werden; das sich von selbst entzündende geölte Baumwollengarn, feuchtes in großen Massen aufgehäuftes Heu, Lohe, Trestern, Dünger rc.; die Selbstentzündung der feuchten Steinkohlen, der Gemenge aus feuchter Eisenfeil und Schwefel und die Selbstverbrennung der lebenden

(vorzüglich der weiblichen) Menschen, insbesondere sehr fetter, viel geistige Flüssigkeiten genießender, oder dieselben Jahre lang in die Haut einreibender Personen; vergl. Kopp's Darst. d. Selbstverbr. rc. Frankfurt a. M. 1811. 8. Das zündende oder an irgend einer Stelle die Erglühung einleitende, scheint die Elektricität zu sein, so fern sie aus Mangel an hinreichender Ableitung zum Funkenbilden kommt. Heftigste Hitze erzeugt das Newmansche Knallglas-Gebläse; Pfaff in Schweigger's Journ. XXII. 385 Gilbert's Ann. LV. 1. d. Gewerbsfr. III. — Um zu entflammen wird erfordert: a) hinreichende Minderung der Cohärenz und Verflächung des Zu-Verbrennenden; sey es durch mechanische Zertheilung, oder durch Erwärmung, oder durch beide gemeinschaftlich angewendete die Berührungspunkte vermehrende Mittel; b) gehörige Verdichtung des Verbrenners, falls derselbe gasförmig ist (und des Brennbaren, wenn dasselbe ein Gas ist) c) möglichst starke Elektrisirung der Sich-Berührenden; entweder lediglich in Folge der Größe ihrer chemischen Ungleichartigkeit, oder durch hinzukommende, anderweitig entwickelte Elektricitäten; s. §. 24—28; d) Minderung der elektrischen Leitung in den nächsten Umgebungen der Verbrennenden, so daß bis zur Funkenladung wachsende gegenseitige Anhäufung der beiden E zu Stande kommt. Diesen Erfordernissen gemäß erfolgt entflammende Verbrennung starrer Materien nur bei vorangegangener Erhitzung (z. B. Eisen verbrennt nur im Sauerstoffgase, wenn es an irgend einer Stelle hinreichend erhitzt worden) entzündet sich Phosphordampf und geschmolzener Phosphor in atmosphärischer Luft von selbst zur lebhaften Flamme, während starrer Phosphor nur verglimmt; verbrennen auch edle Metalle unter Entflammung, wenn das sie umgebende Sauerstoffgas gehörig comprimirt worden; verbrennt Eisen in comprimirter atmosphärischer Luft, wie in dem dünneren Sauerstoffgase; hört das Knallgas (Gemenge aus Wasserstoffgas und Sauerstoffgas) auf entzündlich zu sein, wenn es unter dem Recipienten der Luftpumpe sehr verdünnet worden; nimmt der Flammenglanz der im Sauerstoffgase Verbrennenden zu, wenn dieses Gas verdichtet wird, und mindert er sich bei dessen Verdünnung (ob diese durch die Leere oder durch beigemischtes Stickgas rc. bewirkt wird, gilt meinen Beobachtungen zufolge gleich) und erreicht derselbe die höchste Fülle, wenn das Zu-Verbrennende (z. B. durch die + E u. — E entströmenden Pole einer galvanischen Säule; s. das nächste Kap.) von offenbar stark elektrisirt wurde, und die umgebende Luft hinreichend die Elektricität isolirt. Aus gleichen Gründen sind die schnellsten Verbrennungen in der tropfbaren (als solche E

gut leitenden) Salpetersäure gewöhnlich ohne Entflammung, während das ziemlich dichte Chlorgas ebenso schnell, aber unter lebhafter Lichtentwicklung starre Brennbare verbrennt, und der Schwefel unedle Metalle, dieselben auflösend, heftig erglühen macht; vergl. m. Syst. d. Chem. a. a. O. — Ist der Verbrenner in zu geringer Menge zugegen, so reicht die bei der theilweisen Verbrennung entbundene Wärme oftmals zur Verflüchtigung der noch unverbrandten Antheile hin; z. B. der Lampendunst, der Ruß, ꝛc. Der die Wärme schlecht ableitende und durch dieselbe stark electrisch werdende Demant, brennt hinreichend erhitzt, für sich fort, als $+E$ darbietende Substanz den $-E$ zeigenden Sauerstoff anziehend, während einzelne glühende Kohlen in kalter Luft, auf guten Wärmeableitern (z. B. in einer eisernen Pfanne) liegend, bald verlöschen. Luftabhaltende, unentzündliche und erhitzte Körper schnell abkühlende Materien (z. B. an Kohlensäure reiches Wasser, Sohle, Sand, schweflichtsaures Gas ꝛc.) gewähren die wirksamsten Feuerlöscher. — Verminderte Temperatur und Verkleinerung der zur Berührung gelangenden Menge des Verbrenners, schwächen die Lichtentwickelung bis zum Unmerkbaren. Hieher gehört Davy's Sicherungslampe; Gilbert's Ann. LVI. 112, die ursprüngliche Einrichtung des Newmanschen Knallluft-Gebläses; a. a. O. In der ersteren Vorrichtung erfolgt die Verbrennung merklich langsamer, wenn das den flammenden Docht einschliessende enge Metallnetz in irrespirable Gase enthaltende Luft getaucht wird und Licht und Luft aber nicht die Flamme durchläßt. Eine hieher gehörige Verlangsamung der Verbrennung gewährt auch die Glühlampe, in welcher warmer Weingeist- oder Aetherdunst durch seine flammenlose Verbrennung noch Hitze genug entbindet, um den dünnen spiralförmig gewundenen, den kleinen Docht umgebenden Platindrath glühend zu erhalten; vergl. Carrié, Newman's u. A. Lampe ohne Flamme; a. a. O. LIX. 220 ff. Aehnliche Verbrennungen ohne Flamme erleidet der Weingeist, wenn er mit Wasser vermischt den Sauerstoff der Luft anzieht, und damit Essig bildet, und erleiden alle Metalle und überhaupt alle Brennbare, die sich an der Luft ohne Lichtentbindung oxydiren; desgleichen Chlor- und Wasserstoff bei lichtloser Einung zur Salzsäure. — Umgekehrt wird hingegen das Oel der Dochte Argandischer Lampen (a. a. O. LVI. 391 ff.) schnell und gänzlich verbrannt, weil die Luft von allen Seiten frei zuzuströmen vermag. Ueber Thermolampen und Gasbeleuchtung a. a. O. LV. 461. LVIII. 116. LVI. 461 u. d. Gewerbsfr. I—III. Nach Davy ist die Temperatur des Rothglühens = 537° C; und nach Munke die des Wassersiedepunkts bei gleicher Barome-

cerhöhe in Glasgefäßen = 80°, 6 R. und in Platingefäßen = 79°, 5 R.; a. a. O. LVI. 163 u. LVII. 211. Der letztbemerkte Unterschied, scheint auf ungleiche Wärmeentführung durch den aufsteigenden Wasserdampf zu beruhen. Th. v. Grotthuß's Vers. welche beweisen, daß in verdünnten Gasgemengen durch Erhitzung die Grenze der Entzündlichkeit zu erreichen sey; a. a. O. LVIII. 353 und dessen Bemerk. über die Mitwirkung der Elektricität beim Verbrennen; 354 ff.

2) Eine 4te Quelle der Wärme ist die Elektricität S. 43; indem mit den entgegengesetzten Elektricitäten (+ E u. — E) andauernd geladen erhalten und zu Berührung gebrachte Metalldräthe sich bis zum Glühen und ins Wasser getaucht, dieses bis zum Sieden erhitzen; m. Experim. Cap. VI. Eine 5te Quelle bieten die lebenden Organismen dar, vorzüglich indem sie innerhalb ihrer Leiber den Verbrennungen ähnelnde Veränderungen (gewöhnlich hinsichtlich des Verbrennerß, auf Kosten des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft) veranlaßen und während ihrer Lebensdauer unterhalten. Vorzüglich gehört hieher der Zusammenhang der Athmungserscheinungen mit den Verbrennungsphänomenen; nur in einer Luft die hinreichend reich an Sauerstoffgas ist, können Menschen, Thiere und Pflanzen andauernd leben. Ueber die eigene Wärmequelle der Pflanzen und die zunehmende Wärmeentwickelung in Fischen, Amphibien, Insecten, Säugthieren und Vögeln; m. Syst. d. Chem. a. a. O., m. Experimentalph. Cap. XI. u. Wahlenberg in Gilbert's Ann. XLI. 117. Die sich wenig ändernde Wärme des Menschen, ist 36°, 87 C. Menschen können über Siedhitze gehende Temperatur aushalten, während Thiere darin sterben.

3) Eine 6te Quelle der Wärme bieten endlich die Zustandsänderungen dar, sofern die ihnen unterworfenen Materien aus dem gasigen in den tropfbaren oder starren, und aus dem tropfbaren in den starren Zustand übergehen. Umgekehrt entsteht Kälte oder Entwärmung der Umgebungen, wenn starre flüssig, und wenn Tropfbare gasig werden; mithin auch, wenn durch Luftverdünnung die Vergasung der mit eingeschlossenen Tropfbaren befördert wird; vergl. oben S. 246 u. s. f., wo auch verschiedene der oben bemerkten Verbrennungsphänomene erläutert sind. Zur bequemeren Vergleichung einzelner hieher gehöriger Erscheinungen mit denen, welche entgegengesetzte Ergebnisse darbieten, diene folgende Uebersicht sich erhitzender und sich erkaltender oder

warm machender | und kalt machender Mischungen:

Conc. Schwefelsäure (oder Salpetersäure, oder Flußboronsäure, od. Phosphorsäure ꝛc.) od. des Chloreisens, oder des zerfallenen Glaubersalzes, oder des ungelöschten Aetz-Kalks, Baryts, Strontians ꝛc. mit Wasser.

Dieselben Säuren mit trocknen Aetzalkalien, besonders mit Aetzkalk oder auch mit gebrannter Bitterde (S. 259) oder des Ammoniakgases mit den erwähnten Säuren, desgleichen mit sauren Gasen ꝛc. Reinstes Merkur mit Gold, geflossener Zink mit Bley, Schwefel mit Bley, Kupfer, Eisen ꝛc.; oben S. 336.

Salpetergas mit Sauerstoffgas, zu mittlerer orange Salpetersäure.

Siedendes Wasser bringt (vorsichtig hinzugefügt) frisch gebrannten Kalk zum Erglühen.

Schnee mit conc. Schwefelsäure, od. Salpetersäure, od. Salzsäure ꝛc. zu einem tropfbaren Gemisch. Schnee (2Th.) oder zerstampftes Eis mit (3) trocknem salzsauren Kalk, oder mit Salmiak, oder mit Kochsalz zu tropfbaren oder doch sehr feucht werdenden Gemischen.

Dieselben Gemische dem aus einem Blasebalg entwickelten Strohme zuvor möglichst abgekühlter atmosphärischer Luft preisgegeben.

Füllung der einen Kugel des an beiden Enden abwärts gebogenen, langröhrigen luftleeren, Pulshammers mit Wasser, und Senkung der anderen leeren Kugel in eine der kalt machenden Mischungen, bis zum Erstarren eines Theils des Wassers durch seine eigene Verdampfung; Wollaston's Chryophorus. Destillation des Alkohols durch Kälte in einem ähnlichen Apparat; m. Experimentalph. Cap. XI. 11 Th. gepulverten Salmiaks mit 16 zerfall. Glaubersalzes und 10 gepulv. Salpeter mit 32 Th. kalten Wassers angerührt, giebt auch in Sommertagen Frostkälte.

Wie Ausdunstungskälte das Wasser in den porösen Alcarrazas kühlt, in Bengalen Eis entstehen macht, und Wein ꝛc. in mit nassen Tüchern umlegten Flaschen kühl erhält; m. Experimentalph. a. a. O.

4) Ueber den Unterschied zwischen Sieden und allmähligem Verdunsten S. 203; über Wollaston's thermometrisches Barometer, a. a. O. u. Schweigger's Journ. XXIII. 201. Sollen übrigens Tropfbare wirklich aufwallen, so müssen sie nicht in zu kleiner Menge zugegen sein; d. h. sie müssen noch unverflüchtigte, (als tropfbare Substanz drückende Masse) darbieten, während ein Theil derselben bereits gasig geworden ist. Von 28" Bar. angerechnet, sieden tropfbare Massen für jede Linie, um welche das Merkur tiefer (oder höher) steht, um 0°,07079 R. oder 0°,08849 C weniger (oder mehr). Dieses giebt für 28" = 346''' × 0°,08849 = 29,73264.

Gewöhnlich pflegt man für 1 Zoll Bar. Stand 1° C zu rechnen, was für acht und zwanzig Zoll 28° — der Temperatur giebt, bei welcher das Flüssige unter dem gewöhnlichen Luftdrucke (an Meeresfläche) siedet. Robinson's Versuche setzen hingegen die Siedetemperatur in der Leere um 140° F (= 77 $^{7}/_{9}$ C) weniger der Siedtemperatur unter freier Luft, und die Siedhitze des Wassers für die Leere = 72° F oder 22$^{3}/_{9}$° C, für den verstärkten Druck hingegen z. B. des (verschlossenen) Papin'schen Digestor's = 270° F = 132 $^{2}/_{9}$ C. Schwefeläther siedet unter 28 Bar. bei 98°,6 F = 37° C, dagegen in der Leere bei 32° F = 0° C. Zur Erklärung dieser erfahrungsgemäßen Abweichungen von obiger Regel dient §. 78. Genauen Versuchen zufolge sieden unter 28 Bar. nachstehende Substanzen bei den überstehenden Temperaturen:

12° C	20°	26°,5	37°	45°	79°,7
Salzäther	Salpeteräther	Blaus.	Schwefeläther	Schwefelkohlenst.	Alkohol

100°	180°	285°	288°	293°	356° C
wasserfreies Terpentinöl	Jod	Vitriolöl	Phosphor	Schwefel	Merkur.

Black's Vers. zufolge nimmt die Ausdehnung der Starren durch gleiche Wärmemengen in arithmetischer, die der trocknen Gase hingegen in geometrischer Progression zu; den Versuchen desselben Beobachters gemäß enthält 1 Pf. Wasserdampf 566° C und verhält sich der Umfang des Dampfes zu dem des eiskalten tropfbaren Wassers wie 178 : 1; 1728 ist aber Würfel von 12 (12.12.12 = 1728); vergl. m. Experimentalphys. S. 130 u. Cap. XI. Ure's Vers. geben den Wärmegehalt nachstehender Gase, wie folgt:

537°	246°	168°	99°	295°	486°
Wassergas	Alkoholg.	Schwefeläther.	Terpentinölg.	Salpetersäureg.	Essig.

5) Durch Temperaturerhöhung leicht zersetzbare übrige Flüssigkeiten haben keinen, dem Luftdrucke entsprechenden, beständigen Siedepunkt, sondern entwickeln vielmehr schon unter dem jedesmaligen Siedepunkte Gase, die einer theilweisen Zersetzung ihren Ursprung verdanken, und nicht Dämpfe genannt zu werden verdienen. Vorzüglich gehören hieher die fetten Oele; Gilbert's Ann. XII. 103. Wirkliche Dämpfe (z. B. die des Wassers) bleiben so lange unentbunden, oder werden vielmehr so lange unmittelbar nach ihrem Entstehen absorbirt, als die übrige Flüssigkeit noch nicht erwärmt genug ist, um dem Auflastungsdrucke das Gleichgewicht zu halten. Es ist diese Absorbtion mit einer sichtbaren Veränderung der durchsichtigen Tropfbaren verknüpft, ähnlich jener, (ebenfalls sichtbaren) welche Gase z. B. atmosphärische Luft unter ähnlichen Umständen erleiden. Es zeigen nämlich klare Tropfbare, wenn sie in Glasschälchen vorsichtig (jedoch nicht zu langsam) erhitzt werden, schlangenlinienartige Streifen, die sich vom Bo-

den des Gefäßes nach der Oberfläche verbreiten, und als in Folge der Verminderung des Eigengewichtes aufwärts gedrückte, und während dessen veränderte Lichtbrechung gewährende Flüssigkeitstheilchen zu betrachten sind. So wie wirkliche Dunstbläschen erscheinen, fangen die Streifen an zu verschwinden. Ebenso sieht man an der von dem Rohre eines heißen Stubenofens beschatteten Wand, bei hinreichender Seitenbeleuchtung der Wand durch Sonnenlicht, ähnliche Streifen, welche unaufhörlich von der Oberfläche des Schattenbildes des erhitzten Ofens in mannichfaltigen Windungen aufschnellen, und sich durch veränderte Beleuchtung an der Wand sichtbar machen, so, als ob sie von minder leuchtenden Lufttheilchen hervorgebracht würde; gleichsam, als ob die Wärme selbst zum sichtbaren Gegenstande erhoben worden wäre; m. Experimentalphys. Cap. XI.

6) Bei gleichen Temperaturen und gleichen Dehnsamkeiten ist das Verhältniß der Dichte der Dämpfe und jener der Luft Gay-Lussac's und Munke's Vers. zufolge, unveränderlich; z. B. für den Wasserdampf = 0,6582 oder $^{10}/_{1 5 2}$ für Alkoholdampf = 1,607 2c.; Munke's phys. Abh. 1te Abth. So lange bei der Dampfbildung noch Tropfbares zugegen ist, so lange bildet aus demselben die neuhinzukommende Wärme auch neuen Dampf, und die Dichte des zuvor gebildeten Dampfes bleibt unverändert; so wie hingegen alles Tropfbare vergast ist, vermehrt die fortdauernd einwirkende Wärme die Dehnung des Gases, und mindert mithin jenes Maximum der Dichte. Schon Volta fand (was spätere Vers. bestätigten), daß in einem geschlossenen lufterfüllten Behälter ebensoviel Wasserdampf Raum hat, als in einer gleichgroßen Leere, und da im ersteren Falle die Spannung des Luftwassergases, gleich ist der Summe der Spannungen welche jedes einzelne Gas für sich besitzt, so setzt die Kenntniß dieser einzelnen Spannungen in den Stand, den Wasserdampfgehalt der freien Luft und dessen Vermehrung oder Verminderung zu berechnen; wenn man zuvor mit Hülfe des Elaterometers die Größe der Spannung des Luftwassergases ausgemittelt hat; oben S. 203 u. S. 230 §. 95; so wie m. Experimentalphys. S. 333 ff. — Ueber Wirkungen der vermehrten Spannung erhitzter, eingeschlossener Gase; oben S. 206 ff. u. 237 §. 99. — 1 Pf. Wasserdampf von 5 $^{2}/_{3}$ Pf. eiskalten Wassers verschluckt, macht dasselbe siedend heiß, und giebt mithin 6 $^{2}/_{3}$ Pfd. Wasser von 100°C; hierauf beruhen die Heizungen mit Wasserdämpfen, die Einrichtungen der Dampfküchen und Dampfbäder und das Kochen mit Wasserdampf; Gilbert's Ann. XXXIII. 395. XLVII. 348 u. d. Gewerbsfr. I—III. Wie die Dämpfe druckend wirken,

zeigt unter andern auch die sogen. Feuerfontaine mit erhitztem (Kampfer haltigem) Alkohol; oben S. 237. ff.

7) v. Saussure's u. A. Versuche zeigen, daß die Dichtigkeit der durch Erhitzung vergasten Starren mit der Schmelzbarkeit derselben, im umgekehrten Verhältniße stehe; Gilb. Ann. XXIX. 127. Hinsichtlich der letzteren unterscheidet man leichtflüssige und strengflüssige Materien; im Nachstehenden findet man übersichtlich die Schmelzgrade verschiedener Stoffe und Bildungstheile:

8194°C	7577°	4783°	2760°	1835°	1653	1608°
Platin	Stabeisen	Gußeisen	Glas	Gold	Silber	Kupfer
1300°	513°	374°	322°	247°	246°	129°
Messing	Stibium	Zink	Bley	Wismuth	Zinn	Arsenik
175°	110°	90°	68°	61°	58°	51°
Jod	Schwefel	Natronium	Wachs	Weißwachs	Kalium	Talg
46°	42°	30°	— 15°	— 39°	— 44°	— 79° (?)
Phosphor	Wallrath	Butter	Blausäure	Merkur	Schwefeläther	Alkohol

Hutton will Alkohol bei der erwähnten künstlichen Kälte haben erstarren sehen; Gilbert's Ann. XLVI. 119. Vorschläge so tiefe Kälte zu bewirken findet man im d. Gewerbsfr. II. Zu den strengflüssigsten Substanzen gehören Graphit, Kalk, Demant, Kohle; letztere wird bei hoher Temperatur in Gase zersetzt und erstere fließen oder sintern (erweichen) vor dem Knallgasgebläse:

8) Beobachtet man reines Wasser während des Gefrierens, so zeigt es bereits zwischen 3½° R. und 0° R eine Veränderung seiner Durchsichtigkeit, welche an die oben bemerkten Streifen (S. 340) erinnert; diese nimmt zu bis zum Momente der wirklichen Erstarrung, und mit ihr fängt zugleich die größere Ausdehnung an, welche im Eise das Maximum erreicht, das übrigens um so trüber und leichter ist, je unregelmäßiger es krystallisirte und mehr Luftbläschen demselben beigemengt sind; aber auch frei von diesen Bläschen ist es an sich leichter als Wasser (vielleicht weil seine Fläche größere Mengen Luft adhärirend enthalten, als das trapfbare Wasser zu fassen vermochte?) nach Scoresby verhält sich die Dichte des klaren Eisens von 0,937 zum Seewasser wie 9 zu 10; zum Flußwasser wie 14 zu 15. Auch bei krystallisirenden Salzen sah ich vorgängig der Krystallisation oben bemerkten ähnelnde Veränderungen eintreten, auch dann, wenn ich durch Ueberstreichen der Einzelkrystalle mit einer dünnsten Schicht Kopalfirniß (Behufs der Untersuchung der Fernewirkung krystallisirender Materien) die Anlagerung der Vergrößerungsflächen des Krystalls merklich verlangsamte; m. Experimentalph. Cap. XII.

9) Läßt man reines Wasser (oder in heißem Wasser gelöstes Glau-

bersalz) in verschlossenen Gefäßen ruhig erkalten, so sinkt seine Temperatur beträchtlich unter 0° C herab, ohne daß es erstarrt; öffnet man hingegen unter Erschütterung das Gefäß, so erfolgt die Vereisung sehr schnell unter merklicher Entwickelung von Wärme. Gilbert's Ann. XIV. 296. In kaltmachende Gemische getauchte Salzlösungen, laßen um so mehr Salz fallen, je tiefer die Kälte war, zu welcher sie gebracht wurden. Gefrierend sondert sich das salzlose Eis vom unregelmäßig kryst. Salze; Parrot a. a. O. LVII. 144. Die Nadeln, aus welchen das Eis und der Schnee besteht, berühren sich unter Winkeln von 60°. Eine Kubiklinie Wasser wirkt Munke's Beob. zufolge einer Temperat. von — 21° ausgesetzt, mit einer Ausdehnungsgewalt = 1,42 Pfd.

10) Mehrere Substanzen geben Gemische, welche bei höheren Temperaturen krystallisiren, als die Mischungstheile; z. B. viele lösliche Salzbasen in Verbindung mit Säuren, Merkur mit Sauerstoff ꝛc. Umgekehrt sind die Vereinigungen zweier oder mehrerer Brennbaren unter sich gewöhnlich leichtflüssiger, als sie gemäß des arithmetischen Mittels der Schmelzbarkeiten der Mischungstheile sein sollten; z. B. Gemische aus Bley, Zinn und Wismuth (Rose's und Darcet's leichtflüssiges Metall) Stibium, Bley und Zinn, Wismuth und Merkur, das Metall der Lettern, Phosphor und Schwefel, das Schnellloth der Klempner, Platin und Bley, P. u. Wismuth ꝛc. — Hingegen wird die Schmelzbarkeit einzelner Metalle durch Beimischung von Kohlenstoff schon beträchtlich gemindert. Zuschläge und Flußmittel oder Flüße (z. B. Gyps, Flußspath, Borax, Kalk ꝛc. befördern das Schmelzen) indem sie an sich früher fließend, dennoch sehr hohe Temperatur erfordern, um zu verdampfen, und daher jene Wärme die ihnen nach dem Geflossensein zuwächst, den strengflüssigeren von ihnen umgebenen Materien zuführen. Organische Körper (desgleichen alle aus sehr ungleich flüchtigen Materien bestehenden Gemische) werden bei höherer Temperatur leicht zerstört (oder zersetzt); s. m. Einleit. in d. n. Chem. S. 168. u. ff.

11) Starre und Tropfbare können allmählig bei Temperaturen, die tief unter ihrem Schmelz- oder Siedepunkte sind, wenn sie nicht dem eigenen Drucke und der eigenen Wärmeabsorbtion der Substanz unterliegen, von der Oberfläche aus sich verflüchtigen; hieher gehört die unmerkliche Hautausdünstung (die auf den Körper Wärme entziehend d. i. kühlend wirkt, und bei großer Beschleunigung durch Luftzug zur Erkältung führt) das Verdunsten des zugleich dem Lichte ausgesetzten Schwefels, Kampfers, Phosphors, Jod, Merkurs (vorzüglich in der Torricellisch. Leere) der geriebenen und der elektrisirten Metalloxe. Auch

dürften sich dieser Art von Verdampfung die riechenden Ausflüsse der Blumen, des Moschus, Opium rc. beiordnen lassen, wiewohl einige derselben dem Gesetzen stralender Potenzen zu folgen scheinen; jedoch vielleicht nur in Verbindung mit entstralendem Lichte und entstralender Wärme? M. Experiment. a. a. O.

§. 133.

Fährt man fort einen bereits erwärmten, von Lüften oder von der Leere umgränzten Körper zu erhitzen, so entstralt (der von Rob. Hook's 1682 gemachten und fast ein hundert Jahre darauf von Scheele wiederholten Entdeckung zufolge) seiner Oberfläche freie Wärme, und zwar bei übrigens gleicher Beschaffenheit des Körpers um so mehr, je größer die Oberfläche, und um so schneller je rauher sie ist (oder in je mehr Spitzen sie ausläuft). Die stralende Wärme wird von glatten Spiegeln nach denen §. 102 u. §. 110 erläuterten Gesetzen zurückgeworfen und polarisirt; m. Experimentalphys. a. a. O. u. Berard in Gilbert's Ann. XLVI 377—383.

Bem. 1) Die beschleunigte Wärmeentstralung durch Spitzen dürfte Erfolg der nach dem Endpunkte der Spitze sich mindernden körperlichen Anziehung seyn; ist dieses der Fall, so müssen rauhe Flächen auch stralende Wärme schneller in sich hineinziehen; und wirklich zeigen dieses sowohl aufgeritzte Metallflächen, wie auch mit Ruß überzogene Körper. Die stralende Wärme gewährt uns das Gefühl der sog. Jähhitze.

2) Nach Delaroche dringen die dunkelen Wärmestralen schwer durch Glas, was auch schon Pictet's und Leslie's Versuche zeigten (m. Syst. d. Chem. S. 52); dies giebt ein Mittel: Wärme von Licht zu trennen, wiewohl Delaroche's Erfahrungen zufolge die Wärmestralen um so leichter das Glas durchdringen: je höher die Temperatur des Körpers ist, der sie ausstralt (d. h. je näher diese Temperatur der Leucht- oder Glühhitze liegt). Hiemit stimmen m. eignen Beob. überein (s. m. Experiment. a. a. O. u. ebendas. über die verschiedene Durchstralungsbegünstigung, welche die Wärme durch verschieden farbiges Licht gefärbter Gläser erfährt, so wie über das Verhalten der stralenden Wärme zu Gläsern mit mattgeschliffenen Oberflächen). Bringt man eine kaltmachende Mischung in den Brennpunkt eines Hohlspiegels, während in dem Brennraum eines zweiten gegenüber befindlichen Hohlspie-

gels ein Thermometer hängt, so fällt in diesem das Merkur augenblicklich; offenbar indem die sog. Kältestralen d. h. Wärmestralen von geringerer Intensität als die gewöhnlichen) dem Thermometer eine Wärme von geringerer Intensität zuführen, als dasselbe entwickelt.

3) Stralen, welche bereits durch Glas gedrungen sind, gehen nach Delaroche um so leichter durch eine zweite Glasscheibe; vielleicht, indem sie mit dem innerhalb des Glases im Anziehungszustande sich befindenden mit hindurch gehenden Lichte, als solchem leichter vereinen? Wenigstens scheinen dergleichen Stralen auf die Augen der Nachtschmetterlinge zu wirken; vorausgesetzt, wenn sie bei hoher (jedoch nicht Licht entwickelnder) Temperatur entbunden wurden. Auch dürfte Temperaturerhöhung des entstralenden Körpers an sich schon die Geschwindigkeit der Wärmestralen beträchtlich erhöhen und derjenigen des Lichtes näher bringen? Gay-Lussac und Thenard haben gefunden, daß sich alle Veränderungen in der Farbe der Körper, welche das Licht hervorbringt, mittelst der stralenden Wärme nachbilden lassen, bei Temperaturen, die nicht über 100° C hinausgehen. — Nach Munke's Beob. drangen einst die Wärme erzeugender Lichtstralen eines lebhaften Feuers, in einer Entfernung von etwa 130 durch gefrorne Fensterscheiben, und bewirkten hinter denselben eine merkliche Erwärmung, ohne das — 5° habende Eis der Fensterscheiben zu schmelzen; dessen Anfangsgr. d. Nat. I. 209. (In Ruhland's Vers. erleidet das Licht keine Aenderung seines Wärmungsvermögens, gleichgültig, ob es durch warme oder kalte Medien hindurch geht; Schweigger's Journ. IX. 230.; vergl. auch Rumford's Vers. ebendas. 252. f.; und dessen Anwendung der Gesetze der Wärmestralung und Ableitung auf Camine; Gilbert's Ann. IX. 61.) Wichtig wird die Anwendung beim Bau der Schmelzöfen, ꝛc.

4) Ob es eine Beugung, z. B. der durch zwei Hohlspiegel parallel gemachten Wärmestralen gebe? müssen künftige Versuche lehren, indeß machen es die Anziehungswirkungen, welche die Materien auf die ihnen mitgetheilte und sie ausdehnende Wärme ausüben, so wie jene, welche auch die stralende Wärme erfährt, wenn sie durch den Einfluß jener Urgewalten hinsichtlich ihrer Fortpflanzung, zunächst auf die Räume der ziehenden Medien beschränkt und verlangsamt — in geleitete Wärme übergeht. Die entstralende Wärme der Nordenseite einzelner Bergreihen wird oftmals (besonders nach Sonnenuntergang) auf großen Ebenen in beträchtlichen Fernen merkbar.

§. 134.

Bringt man verschiedene erhitzte Körper in die Leere oder in trockne Luft, von gleichbleibend erhaltener Temperatur, ohne sie ferner zu erwärmen, so entwärmen sie sich, bei gleicher Größe und gleicher Glätte ihrer Oberfläche merklich langsam und in verschiedenen, ihr Wärmeableitungsvermögen messenden Zeiten, welche in arithmetischer Progression wachsen, wenn die eintretenden Wärmeunterschiede des Körpers und des Mittels in geometrischer Progression abnehmen. Die Wärmemenge, welche hiebei der erhitzte Körper entläßt, ist um so größer, je höher seine anfängliche Temperatur war, und alles übrige gleich gesetzt, erfolgt die Wärmeentlassung um so langsamer 1) je dichter der Körper und je weniger dicht das umgebende Gas ist, 2) je mehr die Temperaturen des Körpers und des Gases sich nähern, und 3) je weniger der Körper bewegt wird. Schneller Umschwung des Körpers, macht einen Theil seiner Wärme entstralen.

Bem. 1) Auch die erhitzte Luft entläßt nach Maaßgabe der Verschiedenheiten der von ihr umflossenen Gegenstände ihre Wärme nach denselben Gesetzen, wiewohl bei allen Flüssigkeiten die S. 342 erwähnten Ströhmungsphänomene mehr oder weniger abändernd wirken. Wir können kurze Zeit glühende Kohlen berühren, den Finger der Lichtflamme (und den wenig befeuchteten bis zur Verzischung) nähern, glühend Glas unter Wasser angreifen und uns in stark erhitzter Luft (z. B. der Feuersbrünste, der ins Große gehenden Metallschmelzungen etc.) aufhalten, ohne uns zu verbrennen, und wir vermögen dieses auffallend weit zu treiben, wenn wir die Haut mit Substanzen überziehen, welche bei möglichst glatter Oberfläche innerhalb ihrer Substanz die schon zu ihnen gelangte Wärme langsam fortpflanzen. Äther, der bei 102° C siedet, verbrennt — Davenport's Bemerkung gemäß den eingetauchten Finger nicht, und ein Gemisch von 4 Loth Schwefelsäure, 16 Loth Alaun und 2 Pfd. Wasser dient den sog. Unverbrennlichen zum Waschwasser. (Um Behufs gewisser Versuche mein Tastungsvermögen an den Fingerspitzen zu erhöhen, wasche ich sie mit verdünnter Aetzkalilauge). Rothglühend Eisen in Wasser geworfen, welches von einem zinnernen Gefäße getragen wird, schmilzt ein Loch in den Boden, ohngeachtet das Wasser anfänglich kaum heiß wird, s. auch weiter unten Bem. 3.

2) Von Glaswänden oder Mauern eingeschlossene ruhige trockne Luft, leitet die Wärme dem obigen Gesetze gemäß sehr langsam ab; hieher gehören die Blasenöfen mit doppelten Wänden, die doppelten Fenster ꝛc. Aehnlich (und zugleich in sich die Wärme langsam fortleitend) wirken luftreiche Federn, Pelzwerk, Wolle, Papier, mit Luft gefüllte Thierblasen, Seide, Kohle, trocknes Holz. Man schützt die Zimmer gegen schnelle Entwärmung durch hölzerne Fußböden und untere Wandbekleidung, durch Fußteppiche und doppelte Papiertapeten, deren hintere der Mauer zugekehrte Lage aus Papier besteht, welches vermöge vorgängiger Tränkung mit Feuchtigkeit nicht anziehender (isolirenden) Oel und Leim haltiger Thonerde, das Zimmer zugleich trocken erhält; d. Gewerbsfr. IV. Man verhütet das Erfrieren der Füße durch Umwickeln mit Papier, oder durch Ausfüttern der Schuhe ꝛc. mit Rindsblase, oder mit (auf bemerkte Weise) trocken haltendem Papier, Linnen ꝛc. Seidene Strümpfe halten wärmer als wollene, diese wärmer als baumwollene, und diese mehr als leinene von gleicher Dicke. Unter Strohdächern wohnt sich's wärmer, als unter Ziegeldächern, und Eiskeller halten länger Eis unter Holz oder Strohbedachung, als unter Steinbewölbung. Mit dem oben bemerkten Waschwasser der Unverbrennlichen, unter Zusatz von etwas Eisenvitriol, bestrichene Bretter und Balken zünden schwer an und können bei langem Liegen des Holzes in dem Wasser (was jedoch für die Festigkeit und Feuchtziehung des Holzes nicht vortheilhaft ist) fast unverbrennlich werden. Auch gehört hieher die Steinpappe; d. Gewerbsfr. I. u. II.

3) Wassertropfen verdunsten (unter schneller Drehung um den Mittelpunkt) auf glühendem Eisen langsamer als auf minder erhitztem; ähnlich verhalten sich auch andere Metalle. Leidenfrost beobachtete dieses merkwürdige Phänomen 1756 zuerst, Klaproth bestätigte es (Scherer's Allg. Journ. d. Chem. VII. 646.) und ich glaubte eine innigere Bindung der Wärme bei der höheren Temper. für den Grund annehmen zu dürfen (Trommsdorf's Journ. XI. 1 B. 270 f.) indeß dürfte derselbe eher in der Mitwirkung des Lichtes zu suchen seyn, indem die lichtreiche Wärme das Wasser durchstrahlt, ohne es merklich zu wärmen, und die Wärme durch Ableitung erst dann eintreten kann, wenn die leuchtende Wärme entwichen ist; m. Experimentalphys. Cap. XI.

4) Befindet sich eine heiße tropfbare Flüssigkeit in einem (gut) leitenden Gefäße, so kommt es fast gar nicht zu jenen S. 342 bemerkten, durch Streifenbildung sich bezeichnenden Strömungen, und war die Flüssigkeit von der Art, daß ihre Verbreitung der

Wärme durch Ströhmung, wenn sie eintritt, an sich schneller erfolgt, als selbst sehr gute Leiter die Wärme aufzunehmen vermögen, so wird die auffallende Erscheinung möglich werden, daß dergleichen Tropfbare in schlecht leitenden Gefäßen eher erkalten als in gut leitenden. Hieher gehört Rumford's merkwürdiger Versuch, in welchem (unter gleichen Bedingungen) Wasser in 6mal dickeren Glasflaschen eher erkaltete, als in weißblechenen Flaschen; Mem. de l'Instit. VI. 102.

5) Newton setzte sehr heißes Eisen einem Strohme kalter Luft aus, und bemerkte genau die Zeit, wenn es aufhörte Licht zu entwickeln, beobachtete dabei die nach und nach eintretende Abkühlung, und schätzte so die Hitze, welche am Eisen bis zum letzten Augenblicke des Glühens blieb. Diese Schätzung gab den niedrigsten im Finstern bemerkbaren Leuchtungsgrad des Eisens = 635° F = 335° C; den niedrigsten in der Dämmerung schaubaren Glühgrad = 884° F = 473 1/3° C; und den des Rothglühens am Tage = 1050° F = 565 5/9° C.

6) Fordyce hielt sich eine beträchtliche Zeit ohne große Unbequemlichkeit in einem Zimmer auf, welches 126 2/3° C. Luftwärme hatte. Ein Ey wurde in dieser Temperatur hart, und das Schloß der Thür, seine Uhr rc. waren nicht, ohne zu verbrennen, berührbar. Sein Puls schlug bis 139, indessen zeigte ein in seinen Mund gehaltenes (dem Athmungsluftstrom und der Verdampfungskühle seiner Mundfeuchtigkeit preisgegebenes) Thermometer nur 2 bis 3° F über die gewöhnliche Mundwärme.

7) Die mit Thran (Fett) überstrichene und dadurch möglichst geglättete Haut z. B. der Lappländer rc. leitet weniger Wärme ab, und langsamer Kälte zu, als die unbestrichene, poröse Haut. Neger und farbige Menschen ertragen die Wärme der heißen Zone besser, als die Weißen; aber die dunkeln Farben und die Schwärze wirken analog den rauhen Oberflächen, und leiten die Innenwärme des Körpers leichter nach Aussen ab, als das weiße malpighische Netz der Haut weißer Menschen.

8) Sehr gewöhnlich ist die Meinung, daß die Wärme der Erdschwere-Wirkung entgegen, von der Erde entstralend eine Richtung nach Oben habe; man führt dafür an, daß man bei erhitzten Körpern zunächst nur die über dem Körper schwebende Luft warm finde, und außerdem die nach oben gerichtete Gestalt der Flamme; indeß ist das ganze Phänomen Erfolg des Seitendrucks der kälteren schweren Luft auf die leichtere erhitzte Luft und auf den sehr leichten glühenden Dunst; S. 342, wie denn auch in Black's Verf. die Wärme sich durch jeden Innentheil und nach allen Richtungen einer Glasglocke gleichmäßig verbreitete, wenn

die Glocke möglichst evacuirt worden war, hingegen beim Zulassen der Luft sogleich den oberen Theil des Glockeninhalts stärker wärmte. Picter erhitzte einen senkrecht stehenden Drath in der Leere, und fand das obere Ende früher heiß, als das untere; allein mußte nicht die durchs Erhitzen aus dem Drathe sich entwickelnde Luft (S. 246 u. ff.) durch die ihr hinsichtlich der Verdünnung ähnelnde, aber noch dichtere Luft der sogenannten Leere hinaufgedrückt werden, und folgte sie dabei nicht schon wegen der nicht vollkommen aufgehobnen Adhäsion zum Eisen der Richtung des Drathes?

9) Ueber obige Phänomene vergleiche man Gr. v. Rumford: Abh. üb. d. Wärme. A. d. Franz. von C. A. Gerhard. Berlin 1805. 8. u. Bökmann's Vers. üb. die Wärmeleitung verschiedener Körper. Carlsruhe 1812. 8.

§. 135.

Von der im dem Vorhergehenden beschriebenen Ab- und Zuleitung unterscheiden wir die Innenleitung oder sog. „Fortleitung" der Wärme, welche den Gang der Wärme innerhalb der Substanz eines gegebenen Körpers bezeichnet, und größtentheils von denen in diesem Innern wirkenden, Ziehgewalten, theils aber auch von der Structur und dem dadurch begründeten verschiedenen inneren (Spiegelungen und) Ablenkungen der Wärme abhängig ist. Je mehr die Wärme bei dieser Art von Leitung im Innern zurückgehalten oder gebunden wird, um so mehr wird sie auch während des Fortgangs von ihrer Intensität verlieren, und da jenes Zurückhalten und Binden nur dort eintritt, wo die Wärme ausdehnt oder den Zustand ändert, so folgt, daß die Intensität der geleiteten Wärme sich umgekehrt verhält wie die Dehnung des Leiters durch die Wärme, während die Schnelligkeit, mit welcher sich die Wärme innerhalb des Körpers fortbewegt, mit der Dichte im geraden und mit der inneren Ablenkung im umgekehrten Verhältniß steht.

Bem. 1) Die geleitete Wärme (welche als solche nicht lediglich der eigenen Dehnkraft folgt, wie dieses bei der stralenden der Fall ist, sondern sich zugleich der Anziehung der Raumerfüller mehr oder weniger unterordnet) kann nur in sofern den einen Körper verlassen, als sie von dem anderen aufgenommen wird; es sey denn daß dem Leiter mehr Wärme zukomme, als er in sich aufzunehmen

vermag. In diesem letzteren Falle tritt ein Theil der Wärme als stralende aus der Begränzung des Körpers heraus, u. pflanzt sich entweder stralend fort (S. 92) oder wird aufs Neue in geleite verwandelt. Letzteres ist in der Leere nie, in den berührenden Gasen und Tropfbaren nur insofern der Fall, als sich die oben S. 342 erwähnten Strömungen bilden, und würde auch in den berührenden Starren nur in ähnlicher Form statt haben, wenn deren Theile ebenso verschiebbar wären, als es jene der Flüssigen sind. Es ist daher die Innenleitung der Wärme durch Körper gleich einem Mittheilen der Wärme von Seiten des heißeren, wärmereicheren an den kälteren (mehr anziehenden) berührenden Theil, und jene Gesetze, nach welchen sich z. B. die Bewegungskraft bewegter Massen den ruhenden, oder weniger langsamer bewegten Massen nach Maaßgabe des Widerstandes, den diese entgegensetzen (z. B. beim Stoße unelastischer Körper) mittheilt, finden hier ihre Anwendung, wenn die Substanz des innenleitenden Körpers überall gleichartig ist; vergl. §. 36 u. §. 53.

2) Da die Wirkung der innern Ablenkung und Spiegelung gegen jene der inneren Massenziehung stets eine sehr kleine Größe ist, so verhält sich das Innenleitungsvermögen der Körper gewöhnlich wie ihre Dichtigkeit; Ausnahmen scheinen, Ingenhouß's Vers. zufolge die Metalle zu machen, denn sie folgen sich in der Leitung nicht gemäß ihren Dichten, sondern: Gold, Silber, Zinn, Kupfer, Platin; dann merklich geringer leitend: Eisen, Stahl, Bley, und beträchtlich geringer die Oxyde, desgl. Glas, Porzellan, Ziegel- und Backstein; allein es ist in diesen Versuchen die Innenleitung gleich der Ableitung und Ausstralung gesetzt worden, ohnerachtet bei einer und derselben Substanz beide sehr von einander abweichen können. Ein Platindrath wird (über der Weingeistflamme) schnell glühend, bleibt es aber auch bei einer beträchtlich geringeren Temperatur der Umgebung, sehr lange.

3) Aus der Mittheilung der Wärme durch Zuleitung folgt, daß das Thermometer nie die Temperatur des damit zu bestimmenden Körpers angeben kann, sondern in dieser Hinsicht stets um etwas zurückbleiben wird, schon darum, weil seine eigene Temperatur sich mit jener des berührenden ausgleicht.

4) Mischt man gleiche Gewichtsmengen von derselben aber ungleich warmen Flüssigkeit, so empfängt die eine so viel Wärme als die andere verliert, und die ausgeglichene neue Temperatur ist gleich der halben Summe der einzelnen Temperaturen vor der Mischung. Sind die Gewichte verschieden, so erhält man nach Richmann die Temperatur der Mischung, wenn man jedes der Gewichte mit der zugehörigen Temperatur multiplicirt, die Pro-

ducte addirt, und die erhaltene Summe durch die Summe der Gewichte dividirt; z. B. 1 Pfund Wasser von 30° C mit 1 Pfund Wasser von 10° C giebt $\frac{30 + 10}{2} = 20°$ C und 2 Loth Merkur von 20° C mit 4 Loth Merkur von 40° C und 8 Loth Merkur von 80° C: $\frac{2 \times 20 + 4 \times 40 + 3 \times 80}{2 + 4 + 8} = 60°$ C; s. oben Bem. 1.

5) Schon aus dem Obigen folgt, daß die einer erhitzten Substanz zu Theil werdende Temperaturerhöhung stets gleich ist der Differenz der in derselben Zeit zu- und abgeleiteten Wärmemenge. Sind nun bei sich berührenden ungleichartigen Materien die Ab- und Zuleitungsvermögen verschieden, so werden sie bei gleichem Wärmezufluß zu ungleichen Temperaturen erhoben und darin während des Zuflusses erhalten werden; hieher gehört das Ausbrennen (Calciniren) des grünen schwefelsauren Eisens (S. 49) in einer zwischen glühenden Kohlen stehenden Papiertute, das Schmelzen des Bleies in einem Papierbehälter ꝛc.

§. 136.

Untersucht man die ungleichartigen Materien hinsichtlich der Wärmemenge, welche sie nöthig haben, um zu gleichen Temperaturen erhoben zu werden, so findet man diese Mengen ungleich; oder ertheilt man gleichen Mengen ungleichartiger Materien gleich große Wärmen, so erlangen jene dadurch ungleiche hohe Temperaturen, und zeigen mithin ungleiche (den Veränderungen der Temperatur jeder der berührenden und ihren Leitungsgrößen verkehrt proportionale) eigenthümliche Empfänglichkeiten für die Wärme, oder specifische Wärmecapacitäten.

Bem. 1) Gleiche Mengen Merkurs von 44° F und Wassers von 110° F giebt nicht eine mittlere Temperatur von 77° F (= 44 + 110 : 2) sondern 107° F, und gleiche Menge Merkurs von 110 °F und Wassers von 44° F ergiebt nicht 77° sondern 47 F°; während also im ersten Fall das Wasser 3° F verlohr, war die Temperatur des Merkur um 63° erhöht, und während im letzteren Beispiel das Merkur 63° verlohr, gewann das Wasser nur eine höhere Temperatur von 3°. — Wendet man zu Versuchen dieser Art ungleichartige Materien an, so dürfen sie nicht chemisch auf einander wirken, weil sie sonst chemisch gebundene Wärme entbinden und dadurch das Ergebniß beträchtlich abändern würden. Auch müssen die Gefäße die Temperatur des Zimmers haben, und wo

möglich, muß dieselbe Temperatur auch die hinzuzugießende Flüssigkeit besitzen, damit diese sich während des Zugießens durch Verdampfung so wenig wie möglich abkühle.

2) Bestimmt man die Capacitäten der Körper bei gleichen Gewichten, so erhält man die specifischen Wärmen oder Eigenwärmen derselben in Zahlen ausgedrückt, unternimmt man hingegen die Bestimmung bei gleichen Raumsinhalten, so giebt dieses die sog. relativen oder Verhältnißwärmen. Die erstere Bestimmungsweise ist minder schwürig als die letztere, und führt unmittelbar zur Würdigung des chemischen Wirkungsverhältnisses der Wärme. Eine bekannte Materie zur vergleichenden Einheit annehmend, z. B. das Wasser, erreicht man sie, wenn man dessen Gewicht mit dem Zahlenausdruck seiner veränderten Temperatur multiplicirt, auf gleiche Weise mit dem Gewichte der zu bestimmenden Substanz verfährt, dann das erste Product durch das zweite dividirt; der Quotient giebt die Capacität der Substanz, die des Wassers = 1 gesetzt; oder kürzer, wenn man (nach dem Beispiele Lavoisier's und Laplace's, Eis zur Vergleichung wählend) das Gewicht des 0° C habenden Wassers (geschmolzenen Eises) = P, das der zu bestimmenden Materie = p und die Temperatur der letzteren = t setzt; es ist dann die gesuchte Capacität $c = \frac{P}{pt}$, dividirt mit 75 (als der zur Eisschmelzung nöthigen Wärme). Lavoisier's und Laplace's hieher gehörige Versuche mit dem Calorimeter (S. 336) gaben nach diesem Verfahren die Eigenwärme nachfolgender Materien entsprechend den überstehenden Zahlenausdrücken (unter denen der des Goldes nach Wilke's Vers. angegeben ist):

1,00000	0,66139	0,33460	0,30961	021689	0,20850
Wasser	Salpetersäure	Schwefelsäure	Baumöl	Gebr. Kalk	Schwefel
0,19290	0,11051	0,05000	0,04754	0,02900	0,02819
Glas	Eisenblech	Gold	Zinn	Merkur	Bley.

Délaroche und Berard bestimmten auf ähnliche Weise die Eigenwärme nachbenannter Gase, die des geschmolzenen Eises = 1 gesetzt:

3,2936	0,8470	0,4207	0,2884	0,2754
Wasserstoffgas	Wasserdampf	Oelbildend. Gas	Kohlenoxydg.	Stickgas
0,2669	0,2369	0,2361	0,2210	
atmosphärische Luft	Salpetergas	Sauerstoffgas	Kohlensaures Gas.	

3) Aus dem Vorhergehenden in Verbindung mit §. 132 folgt, daß jede besonders geartete Materie ein ihrem Fassungsvermögen entsprechendes, verschiedenes Bindungsvermögen, und einen diesem letzteren entsprechenden verschiedenen Gehalt an gebun-

nener Wärme besitzt, und da bei der Aufhebung aller Cohärenz der Materie, d. i. in ihrem Gaszustande, dieser Wärmegehalt lediglich durch die chemisch ziehende Wirksamkeit der Materie gebunden seyn kann, so folgt ferner, daß die in den „Gasen" gebundene (latente, verborgene, unfühlbare) auf das Thermometer nicht wirkende Wärme (S. 339) also jene Wärme welche noch nach Abzug ihrer fühlbaren thermometrischen Wärme in ihnen wirkt, als ein Chemisch-Wirkendes zugegen ist, welches jedes andere Chemischwirksame hinsichtlich der chemischen Gegenwirkung des gewichtigen Theils eines Stoffes oder Gemisches zu vertreten vermag, und in den Gasen (so lange diese unabsorbirt für sich bestehen) wirklich vertritt; vergl. oben S. 336 und S. 54 §. 28 und f. Man kann daher annehmen, daß sich die gebundenen Wärmen verhalten: wie die stöchiometrischen Werthe der Stoffe und der Stoffgemische; vergl. m. Syst. der Chem. S. 27.

4) Wenn aber Gegenzug Wärme bindet, so steht zu vermuthen, daß sie durch Gegenziehungen von bestimmter Größe nicht nur in entsprechender bestimmter Menge gebunden, sondern auch in ihrer Wesenheit der Einwirkung gemäß verändert wird (S. 310), und daß mithin freie strälende, geleitete und gebundene Wärme nicht vollkommen übereinstimmen, sondern in den beiden letzteren Wirksamkeiten entwickelt sind, welche sie dem gewichtigen Leiblichen näher bringen.

5) Erwägen wir nun, daß dieselbe Wärme, welche das Merkur zu einer thermometrischen Wirkung von 21° bringt, während sie in dem Wasser nur eine thermom. Wirksamkeit = 1° erzeugte (oben Bem. 1) so ist klar, daß das Wasser eine Gewalt über die Wärme übt, welche deren freie Wirksamkeit im bemerkten Verhältniß mehr beschränkt als das fast 14mal dichtere Merkur, und daß mithin diese Beschränkung nicht durch die aus der Dichte ableitbare Ziehgewalt, sondern aus dem größeren Vermögen des Wassers mit der Wärme sich chemisch zu vereinen, abzuleiten ist. Dieses Vermögen ist es aber, welches wir bereits bei der Betrachtung der Zustandsänderung der Materien kennen lernten, und welches das vollkommene Verschwinden der fühlbaren Wärme, oder das Latentwerden derselben, bei Schmelzung und Vergasung bedingt; denn die Temperatur jeder Einzelmaterie steigt beim Erhitzen, und fällt beim Erkalten nur so lange, bis Zustandsänderung eintritt, bleibt dann hingegen solange dieselbe, (unter denen S. 341 ff. angegebenen Modificationen) bis alle Theile der Materie den neuen Zustand erlangt haben, und nur bei jenen Starren, die vor dem Schmelzen erweichen (z. B. Wachs, Talg rc.) treten kleinere, Zwi-

[...]itsänderungen der Temperatur ein. Ueber Aenderung der Capacität durch Ausdehnung und durch Zusammendruck, Reiben 2c. S. 335.

6) Den hieher gehörigen oben S. 336 erwähnten Beispielen, fügen wir zur größeren Verdeutlichung noch folgendes bei: Mischt man 8,5 Gewichtstheile Wasser von 0° C mit 27,5 Th. gebrannten Kalk, so entstehen 36 Gewichtstheile trocknen gelöschten Kalks, oder sog. Kalkhydrath's, unter Entbindung von 8,5 mal 75° = 637,5° Wärme; mithin leisten 637,5° chemisch ziehend gegen 8,5 Eis, was gegen dasselbe 27,5 Kalk bewirkten, und 75° gegen 1 Th. Eis, was 3,235 Kalk gegen dasselbe hervorbrachten; und mithin ist 75° C ein Aequivalent für 1 Verhältniß Eis und 23°,181 C ein Aequivalent für 1 Kalk.

7) Fragt man bei den Phosphoren durch Insolation (S. 259) durch Versuche an, wie viel Licht dieselben erfordern, um zu gleicher Leuchtungsstärke zu gelangen, so erhält man in den hiezu erforderlichen ungleichen Mengen des Lichtes die Mittel, auf die Capacitäten der Materien für das Licht und dadurch auf das specifische Licht oder das Eigenliche der Materien zu schließen, vergl. m. Experimentalphys. Cap. 10. Wie aus diesen und ähnlichen Versuchen der stöchiometrische Werth des Lichtes zu berechnen; a. a. O.

8) Kaltblütige Thiere haben und erzeugen wenig Festes (keine Knochen, sondern nur Knorpel, keine feste, sondern mehr gallertartige Muskeln) haben weniger Blut und verhältnißmäßig kleineres Hirn, als die warmblütigen. Unter diesen zeigen die Vögel viel starre (beim Werden viel Wärme entbindende) Masse, neben vielem, bei einigen den 20ten bis 30ten Theil des ganzen Körpers ausmachenden Hirn. Sie haben nämlich verhältnißmäßig starke Knochen und wechselndes Gefieder, dessen Wiedererzeugung beträchtliche Wärmemengen frei machen muß. Ueber die Hauptquellen der thierischen Wärme vergl. auch m. Syst. der Chem. a. a. O. Merkwürdig ist die Hitze in den Blüthenkolben der Araben, und jene, wie es scheint mit Wassererzeugung verbundene Wärme der Blumen des Pandanus odoratissimus. Auch die Hitze der Bienenschwärme scheint nicht lediglich vom Reiben ableitbar zu sein.

9) Die Capacität der Materien für die Wärme scheint durch Elektrisiren vermindert zu werden (S. 337) oder sind Elektricität und Wärme mit einander in wechselseitig sich bedingender Entstehungsbeziehung? a. a. O. Cap. XI. (Ueber Thermometeore, wohin vorzüglich die Winde und zum Theil auch die wässrigen und eisigen Niederschläge gehören, s. oben 256 f. u. w.)

Sechstes Kapitel.

Von dem Magnetismus, von der Elektricität und von dem Galvanismus.

§. 137.

Nähert man der Erde entnommenen, an Eisen reichen, nicht vollkommen oxydirten Eisenerzen, Eisenfeilstaub, so ziehen sie ihn aus meßbarer Ferne, besonders von zwei einander geradlinig entgegengesetzten Stellen heran, so daß vorzüglich diese Gegenstellen mit Eisenfeilbüscheln bedeckt erscheinen. Untersucht man diese Büschel genauer, so ergiebt sich, daß jeder Theil derselben aus Feilstaub besteht, der in geradliniger Richtung gegenseitig verbunden ist, woraus folgt, daß die anziehende Wirkung des Eisenerzes sich in jedem der hintereinander liegend verbundenen Feilstäubchen wiederholt hat, und daß jedes einzelne Stäubchen, durch das berührende Erz, mit dessen Ziehwirkung begabt worden ist. Was in diesem Versuche dem Feilstaub begegnete, wird auch an jedem größeren Einzelstück des Eisens nachweisbar sein müssen. Läßt man das Eisenerz gegen die Spitze einer an einem dünnen Faden horizontal schwebenden, oder auf Merkur schwimmenden Stahlnadel wirken, so wird sich die Nadel in Richtung dieser Spitze zu dem Eisenerze hin bewegen, und bei demselben angelangt, ebenfalls mit einer z. B. durch Gegenzug von bekannter Größe meßbaren Gewalt, demselben anhangen. Entfernt man zwei dergleichen zuvor angezogene

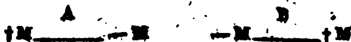
Nadeln von dem ziehenden Erze so weit, daß sie dessen Ziehbestimmungen nicht weiter Folge leisten, und richtet jetzt beide horizontal schwebende Nadeln mit ihren Spitzen gegeneinander, so werden sie sich von einander entfernen (abstoßen). Hält man dabei die eine der Nadeln unbeweglich, so wird die andere sich so lange drehend bewegen, bis ihr der eigenen Spitze entgegengesetztes (breiteres) Ende, der Spitze der unbeweglichen Nadel gegenüber steht, worauf sich beide zueinander bewegen (anziehen). Eben so werden sich auch beide breite Enden beider Nadeln abstoßen, wenn sie sich freibeweglich einander gegenüber befinden. Wir folgern hieraus, daß sowohl jene entgegengesetzten Ziehstellen des Eisenerzes, als auch die ursprünglich dem Erze zugewendete Spitze und das dieser entgegengesetzte Nadelende hinsichtlich der von ihnen geäußerten Anziehung ungleichwerthig, hingegen die beiden dem Erze zugewendeten Nadelspitzen (desgleichen die beiden abgewendeten Nadelenden) in Bezug auf Anziehungswirkung einander gleichwerthig sind. Eisenerze welche obige Eigenschaften zeigen, werden natürliche Magnete genannt; Eisen hingegen, welches jene Eigenschaften erst durch Berührung der Erze oder durch irgend eine mit demselben vorgenommene Veränderung erhielt, heißen künstliche Magnete, und die ziehende und abstoßende Wirksamkeit jedes Magnets selbst nennt man den Magnetismus desselben. Bezeichneten wir zur abkürzenden Unterscheidung den einen der beiden Ziehwerthe des Magnets mit + M, den anderen mit — M, so ist das allgemeine Gesetz der Gegenwirkung je zweier Magnete: gleichnamige M (+ M u. + M; — M und — M) stoßen sich ab, ungleichnamige (+ M u. — M) ziehen sich an.

Bem. 1) Außer dem Eisen sind noch einige andere Metalle: Nickel, Wodan und Kobalt des Magnetismus fähig. Stabeisen wird leichter magnetisch als Stahl; letzterer bleibt es aber länger. Magnetismus mindernd wirken auf jeden Magnet vorzüglich erhöhete Wärme, zum Theil auch mechanische Erschütterung u. gewaltsames Abreißen der angezogenen Substanzen. Heißes Eisen wird weniger angezogen als kaltes; weißglühendes gar nicht. Zerschlägt man einen Magnet in Stücke, so ist jedes der Stücke ein selbstständiger mit beiden M Werthen, nach entgegengesetzten Richtungen verschiedener Magnet.

2) Die gewöhnliche Form der künstlichen Magnete ist die Stab- oder Nadelform und die Hufeisenform. Also geformtes annoch wenig oder unmagnetisches Eisen magnetisirt man 1) entweder dadurch, daß man es zwischen die ungleichnamigen Pole zweier Magnete eine Zeit hindurch ruhen läßt, oder, indem man es mit den Polen eines schon gegebenen Magnets streicht, dabei den einfachen (mit einem der Pole bis zur Mitte des Eisenstabes geführten) und den (auch mit dem anderen Pole vom entgegengesetzten Ende des Eisenstabes her auf gleiche Weise vollbrachten) Doppelstrich unterscheidend. Der ursprüngliche Magnet verliert dabei nichts von seiner Wirksamkeit, theilt also auch nicht Etwas mit, indem er magnetisirt, sondern erweckt den Magnetismus durch Erregung, oder durch Störung des in dem unmagnetischen Eisen statt habenden magnetischen Gleichgewichts. Man nennt das Erregen des Magnetismus durch einen schon gegebenen Magnet daher nicht die Mittheilung, sondern die magnetische Vertheilung.

3) Belegt man jede M Stelle des natürl. Magnets mit Eisenblech, daß sich in eine Art Fuß endet, so versetzt man dadurch die M in die sog. Füße eines solchen sog. bewaffneten (armirten) und dadurch verstärkten Magnets. Je mehr Eisen oder an sich des bleibenden Magnetismus fähiges Metall man mit dem Magnete verbindet, um so mehr vermag man ihn zu verstärken; jedoch hat diese Verstärkung für jede Masse von bestimmter Größe, eine dieser Größe entsprechende Grenze.

4) Die übrigen sog. unmagnetischen Materien unterscheiden sich von den magnetischen dadurch, daß sie, indem sie den Magnetismus des Magnets durch ihre Substanz hindurch wirken laßen (oder ihn leiten) nur so lange einseitig magnetisch sind, als sie von dem Magnete berührt werden, während sie nach der Entfernung deßelben hingegen aufhören magnetisch zu sein. Daß sie hingegen während jener Berührung wirklich magnetisch sind, scheint die magnetische Abstoßung darzuthun, indem diese wahrscheinlich theils durch ziehende Fernenwirkung der ungleichnamigen M beider Magnete, theils durch das magnetische Verhalten des umgebenden Mediums zu Stande kommt. Es sein z. B. A u. B zwei von Luft umflossene bewegliche Magnete



so werden sie sich abstoßen a) weil das + M von A auf das — M von B ziehend wirkt, theils aber auch, weil die zwischen — M und — M liegende Luft, gegen jeden der Magnete halb so stark ziehend gegenwirkt, als dieses bei jeder der das + M beider Magnete umgebenden Luftschicht der Fall ist; es werden also diese Luftschichten

die ihnen zugewendeten + M stärker zu sich hin (und damit beide Magnete weiter auseinander) ziehen, als die zwischen beiden — M befindliche Luft zu ziehen vermag. Daß aber die sog. Leiter des Magnetismus nur einseitig magnetisch wirksam sind, d. h. nur den Gegenwirkungswerth des einen, von ihnen berührten M ihrer ganzen Substanz nach, in fortgesetzter geradliniger Richtung darbieten (also die zwischen beiden — M liegende Luft nur den Ziehwerth des + M), erhellt ebenfalls aus obiger Ansicht von der Natur der magnetischen Abstoßung. Daß auch in der Guerikeschen Leere (und selbst in der Torricellischen Leere?) noch Abstoßung der gleichnamigen M stattfindet, kann nicht zum Einwurfe dienen, da ja auch die abgewendete Gefäßsubstanz der Hüllen jener Leere zur einseitigen magnetischen Gegenziehung gelangt.

5) Läßt man einen Magnet liegen, ohne seine Mitwirkung in Gegenregung zu erhalten (z. B. ohne ihm anzuhängende Eisenmassen zur Ziehung darzubieten) so nimmt seine Wirksamkeit ab. Ueber die verschiedenen Verfahren die Größe (Stärke) des Magnetismus zu messen, und über die verschiedenen dazu dienlichen Magnetometer, s. m. Grundr. d. Experimentalph. a. a. O.

6) Ist der Magnetismus zweier unbeweglich einander gegenüber liegender Magnete z. B. der von A und B ungleich stark, so verwechselt mit der Zeit der schwächere seine M, dem stärkern das dem zugekehrten Ende desselben entsprechende ungleichnamige M darbietend.

7) Vermischung an sich unmagnetischer Materien mit Eisen (oder Nickel ꝛc.) macht sie mehr oder weniger magnetisch; Coulomb will gefunden haben, daß Silber schon durch Beimischung von $^1/_{133000}$ Eisen magnetisch werde. Meinen Beobachtungen zufolge (a. a. O.) wirken hiebei Arsenik und mehrere flüchtige Metalle den Magnetismus des Eisens schnell mindernd und aufhebend, die übrigen Metalle hingegen wenig oder gar nicht mindernd. Im Allgemeinen scheint die Verbindung des an sich magnetischen Metalls mit 1 chemischen Antheil eines andern Stoffes, z. B. des Sauerstoffs, den Magnetismus desselben nur zu mindern, während ihn 2 dergleichen Antheile aufheben. Die Wärme sofern sie antimagnetisch wirkt, leistet diese Wirkung als chemisches Aequivalent von 2 chem. Antheilen. Unmagnetisches Eisen (ꝛc.) mindert anfänglich die Wirksamkeit des Magnets, wenn es zwischen den ungleichnamigen M zweier Magnete gestellt wird, aber, so wie es selbst magnetisch wird, hört dieses sein sog. Isoliren des Magnetismus auf, und geht in Verstärkung über; a. a. O.

8) Ein stabförmiger künstlicher Magnet, heißt eine Magnetnadel, wenn er in Fäden hängend, oder mittelst eines Achathütchens auf einem Stifte horizontal schwebend, entweder in horizontaler oder in verticaler Richtung um seinen Aufhänge- oder Stützpunkt frei beweglich ist.

9) Verschiedene Gesteine, z. B. Serpentine, Granitfelsen ꝛc. wirken Richtung ändernd auf die Magnetnadel; ohne Zweifel, in Folge beigemengten magnetischen Metalles (Eisens); vergl. Gilbert's Ann. XXVI. 256.

10) Umstellt man einen Magnet mit mehreren Magnetnadeln, so nehmen sie alle eine verschiedene Richtung an, indem sich jede mit dem einen ihrer Enden dem diesem Ende entsprechendem entgegengesetztem M des Magnets zuwendet. Etwas ganz Aehnliches bietet Eisenfeilstaub dar, den man durch ein feines Sieb auf eine horizontal, auf einer Magnetnadel ruhende Glasplatte fallen läßt. Die dadurch gebildete Figur, welche die einzelne Feilstaubmagnete in ihrer magnetischen Verbindung darstellen, führte ehemals zur Annahme magnetischer Wirbel und späterhin zur Nachweisung sog. Seitenpolaritäten.

§. 138.

Jede horizontal frei bewegliche Magnetnadel nimmt eine solche Lage an, daß sie der Axe der Erde nahe parallel steht, so daß sie mit einem ihrer Enden nach Norden mit dem anderen entgegengesetzten nach Süden weist; man nennt dieses die Polarität der Nadel, und das nach Norden weisende Ende den Nordpol, das entgegengesetzte den Südpol derselben. Verfolgen wir in Gedanken eine von dem Nordpol der Nadel um die Erde gehende, und durch den Südpol derselben Nadel wieder zu deren Nordpol gelangende Kreislinie, so erhalten wir dadurch den magnetischen Meridian desjenigen Ortes, an welchem die Nadel beobachtet wird; und verfahren wir auf gleiche Weise mit den freischwebenden Nadeln aller Erdenorte, so bestimmen die Punkte, in welchen sich sämmtliche magnetische Meridiane schneiden, die magnetischen Pole der Erde, deren zwischen liegende, von einem magnetischen Erdpol zum anderen reichende gerade Linie die magnetische Erdaxe genannt wird, und die zur Bestimmung des magnetischen Erdäquators als eines größten Kreises führt, auf dessen Ebene die magnetische Axe senkrecht steht.

Bem. 1) Bestreuen wir einen Magnet mit Eisenfeil, so werden die Stellen der stärksten Anhäufung des Feilstaubs die Pole anzeigen. Magnete mit mehr als zwei Polen, scheinen aus mehreren kleineren Magneten zu bestehen, welche durch zwischenliegende unmagnetische Gestein- oder Metalltheilchen getrennt sind. Die mag-

netischen Spielwerke (m. Fische, Enten, Wahrsager, Würfel ꝛc.) weisen die Polaritätsrichtung durch *Abstoßung der gleichnamigen* (darum auch *feindliche* Pole genannten) und *Anziehung der ungleichnamigen* (sog. *befreundeten* oder freundschaftlichen) Pole nach; §. 137. Bem. 4.

2) *Magnetismus* und *Polarität* sind bei den magnetischen Metallen stets mitsammen wirkend, wiewohl sich denken ließe, daß in einem Körper die Größen beider Wirkungsverhältnisse so sehr von einander abweichen, daß z. B. das erstere für die Wahrnehmung unmerklich würde, während das letztere sehr deutlich hervorträte, wie dieses *Ritter* an kleinen schwebenden galvanischen Säulen und an Zinken und Silbernadeln gesehen haben wollte, was jedoch *Ermann's* Vers. widerlegten; m. Experim. a. a. O. Der umgekehrte Fall scheint gewissermaßen bei einigen *elektrisirten* Körpern einzutreten; indem z. B. der *Turmalin* unter gewissen Bedingungen *beide Electricitäten* in einander polarisch entgegengesetzter Richtung darbietet, und mit diesen auf leichte elektrisirte Körperchen, theils anziehend, theils abstoßend wirkt; Krystallisirende sind *magnetisch* ohne merkbare Polarität.

3) Selten ist das Eisen unmerklich magnetisch, häufig aber zeigt es freischwebend aufgehangen keine Polarität, erhält diese jedoch durch langes Freischweben, (wie dieses z. B. zum Nachtheil der Waagen bei stählernen Wagebalken der Fall ist), so wie auch durch senkrechtes Gestoßenwerden gegen die Erde, durch Hämmern, Feilen, *Elektrisiren* (z. B. mittelst einschlagenden Blitzes) abwechselndes Erwärmen und Erkalten, und nach *Morichini* auch durch Eintauchen in den *violetten* Stral des prismatischen Farbenlichtes; a. a. O. Dieselben Mittel verstärken auch seinen Magnetismus. Ueber den Einfluß des Erdmagnetismus auf die Fallgeschwindigkeit des Eisens und auf die Schwingungen eines eisernen Pendels, a. a. O.

4) Den *Magnetismus* kannte man bereits im höchsten Alterthume, die *Polarität* des Magnets hingegen und die darauf gestützte Erfindung des *Compasses* oder der *Boussole* (angeblich durch *Flavio Gioja* aus Amalfi im Neapolitanischen im Anfange des 14ten Jahrhunderts, wahrscheinlicher durch die *Hindus*, von denen diese Erfindung zu den Chinesen und Arabern, und durch diese dem Abendlande zukam) scheint erst in spätern Zeiten entdeckt worden zu sein. — Gesetzt ein von einem gegebenen Orte auslaufendes Schiff, soll zu einem anderen genau ostwärts gelegenen Orte hinsegeln, so muß es der Steuermann so lenken, daß der gegen Morgen gerichtete Lauf des Schiffs mit der Richtung der Compaßnadel stets einen rechten Winkel macht.

5) v. Humboldt's Beobachtungen bestätigten, was frühere Reisende behauptet hatten, nämlich, daß die magnetische, diesseits des magnetischen Aequators auf den Nordpol der Nadel, und jenseits desselben auf den Südpol derselben ziehend wirkende Gewalt der Erde zunehme, je weiter man sich von dem Erdäquator aus den Erdpolen nähere, hingegen nimmt Biot's und Gay-Lussac's gelegentlich bei einer Luftreise gemachten Bestimmungen gemäß, diese Erdgewalt in beträchtlichen Höhen (bis zu 3532 Toisen) nicht merklich ab, woraus zu folgen scheint, daß sie sich von der Erde aus auch auf andere Weltkörper erstrecke, und wonach es wahrscheinlich wird, daß umgekehrt auch die Erde dem magnetischen Einflusse anderer Weltkörper preisgegeben sey; was nach Ritter, Chladni, Biot u. a. auch der Gehalt der Meteorsteine wahrscheinlich mache, weil dieser meistentheils aus magnetischen Metallen besteht.

6) Gepanzerte Magnete tragen mittelst des an ihrem unteren Theile (dem sog. Anker) befestigten Hakens, wenn sie über ein Pfund wiegen, gewöhnlich mehr als das 10 fache ihres ganzen Gewichts. Cavallos kleiner 7 Gr. wiegender gepanzerter Magnet trug 300 Gr., der große armirte Magnet im Teyler'schen Museo zu Harlem, der 307 Pfund wiegt, trägt hingegen nur 230 Pfd. Mehrere Magnetstäbe mit einander verbunden geben die magnetischen Batterien. Unterlegt man das zu ziehende Eisen mit einer Eisenplatte oder besser mit dem entgegengesetzten Pol eines zweiten Magnets, so wird es von dem entsprechenden Gegenpol des darüber gehaltenen Magnets in größerer Menge gezogen, als wenn es dieser Ziehung ohne jene Rückwirkung preisgegeben worden wäre.

7) Coulomb's Vers. bestätigten (a. a. O.) daß die Größe der magnetischen Anziehung im Verhältniß des Quadrats der Entfernung abnehme. Setzt man den einen Pol eines Magnets z. B. den Nordpol auf das eine Ende eines eisernen Stabes, so zeigt dieses unterliegende Stabende den ungleichnamigen Pol, also Südpolarität; fährt man aber hierauf mit jenem Pole bis zum anderen Ende des Stabes fort, so hat nun dieses letztere Ende Südpolwerth, und das erstere dagegen Nordpolarität. Brugmann's folgerte hieraus, daß es für jeden Stab der Art zwei Punkte gebe, wo die eine Polarität in die ihr entgegengesetzte übergehe, und nannte diese Punkte, die Indifferenzpunkte. Van Swinden fand außerdem, daß während jenes Streichens die Ziehstärke des abgekehrten Endes anfänglich wächst, dann abnimmt, in der Mitte schwindet, und jenseits derselben in die entgegengesetzte Polarität übergeht; er nimmt daher jenseits jedes der Indifferenzpunkte, ohnfern der zugekehrten Stabenden, für jedes

derselben nach einen Punkt der größten Wirksamkeit an, und nennt solche die culminirenden Punkte des Stabes oder der Nadel. Da die Wirksamkeit in der Mitte zwischen beiden culminirenden Punkten = 0 ist, so nannte Schelling diesen Mittelpunkt den alleinigen Indifferenzpunkt der Nadel. Feine Magnetnadeln dienen dazu, theils durch die Anzahl von Schwingungen welche sie in in einer gegebenen Zeit machen, die Gewalt zu messen, mit welchen sie in den magnetischen Meridian gezogen werden, theils diesen Meridian genau zu bestimmen, theils kleine Spuren von anwesendem Magnetismus nachzuweisen, theils die Veränderlichkeit des Erdmagnetismus darzuthun; letzteres, indem sie sich an demselben zwischen dem Aequator und einem der Pole liegenden Orte der Erde abwechselnd unter verschiedenen Winkeln theils gegen den Horizont neigen, theils von der einmaligen Richtung des magnetischen Meridians des Ortes abweichen.

§. 139.

Magnetische Meridiane welche mit den geographischen derselben Orte zusammenfallen, nennt man Linien ohne Abweichung, der Winkel hingegen um welchen ein nicht mit dem geographischen zusammenfallender magnetischer Meridian von der Mittagslinie desselben Ortes gegen Morgen oder gegen Abend ablenkt, heißt die magnetische Abweichung oder Declination und eine sowohl zur Ausmittelung derselben für eine gegebene Zeit, als auch zur Bestimmung der Veränderlichkeit dieses Winkels in nach einander folgenden Zeiten benutzte Magnetnadel eine Declinations-Nadel oder ein Declinatorium.

Bem. 1) Die an den verschiedenen Erdenorten zu denselben Zeiten ungleiche Abweichung, ist für jeden der Orte, für den sie statt hat, nicht nur langen periodischen Aenderungen, sondern auch kürzeren, an Jahreszeiten- und Tageszeiten-Wechsel sich knüpfenden Veränderungen unterworfen, deren Grund theils in der ungleichen Vertheilung magnetischer Massen im Innern der Erde, theils in z. B. vulkanisch bedingten Veränderungen der Stärke des Magnetismus dieser Massen, theils in den wahrscheinlich vorhandenen magnetischen Gegenwirkungen der ihr Stellungsverhältniß zur Erde ändernden Weltkörper (zunächst wohl nur jener unseres Sonnensystems) theils auch in Licht-, Wärme- und Elektricitätsänderungen der Erdrinde gegeben zu sein scheint.

2) Schübler (Schweigger's Journ. III. 123 u. Beil.) suchte

zu zeigen, daß die täglichen Variationen des Barometerstandes, der Magnetnadel und der Luftelectricität hinsichtlich des Periodischen ihres Ganges völlig übereinstimmen, und v. Yelins Beob. zufolge fallen die Maxima der täglichen barometrischen Luftfluth, der Abweichungen der Nadel und der Anhäufungen der Luftelectricität für die mittleren Gegenden Deutschlands um 10 Uhr Morgens und um 9 Uhr des Abends, und die beiden Minima zwischen 3–4 Abends und Morgens, so daß z. B. genaue barometrische Höhemessungen zur Zeit des Minimus angestellt und daher für Baiern am besten Nachmittags gegen $^{1}/_{4}$ vier Uhr unternommen werden müßen (s. oben S. 232 u. ff.)

2) Für jene Erdhälfte, welche Europa, Afrika, den atlantischen Ocean und die östlichen Küsten beider Amerika in sich faßt, ist der magnetische Aequator genau kreisförmig und ungefähr unter einem Winkel von 12° gegen den geogr. Erdäquator geneigt. Der westliche Knoten oder Durchschnittspunkt mit dem geogr. Aequator fällt 115° 34' westlich. Länge von Paris, in das Südmeer ohnfern der Insel Galego, 900 Lieues von den Küsten Peru's; der entgegengesetzte Knoten müßte hiernach 295° 34' westl. Länge von Paris fallen; Bayli's und Cook's Beobachtungen vom Jahr 1777, zeigten aber, daß der magnetische Aequator nach dem westlichen Durchschnittspunkt wieder gegen den südlichen Theil der Erdkugel herabsteigt, und mithin ausser jenen östlichen im indischen Meere liegenden Knoten unter 295° 34', mindestens noch einen und wahrscheinlich noch zwei, zusammen also vier Durchschnittspunkte habe.

3) Die Beobachtungen älterer und neuerer Reisenden geben vier Linien ohne Abweichung; a. a. O. 448. Schon Halley folgerte aus den verschiedenen Beobachtungen, daß es unter jeder Breite vier Orte ohne Abweichung und mithin zwei magnetische Erdaxen gebe; entgegen der Annahme Euler's und Tobias Mayer's, der zufolge es nur eine magnetische Erdaxe giebt. In neueren Zeiten hat Hansten die Halley'sche Meinung durch neue merkwürdige Beobachtungen unterstützt, denen gemäß sich die beiden magnetischen Südpole der Erde mit den beiden Nordpolen in entgegengesetzter Richtung bewegen, erstere ostwestlich, letztere westöstlich; so daß aus diesen Bewegungen alle Aenderungen der Magnetnadel erfolgen; a. a. O. 450 ff. Die Zeiten der Umdrehung dieser vier Pole, sollen ungefähr im Verhältniß der Zahlen 2, 3, 4 und 10, und in Jahren ausgedrückt 864, 1296, 1728 und 4320 stehen. Die Zeit welche verfließen würde, bis alle 4 Pole wieder dieselben Orte einnehmen, an welchem sie vordem gleichzeitig waren, sei gleich dem großen platonischen Jahre; S. 172.

2) Die in den letzteren Zeiten zunehmend westliche Declination der Magnetnadel in Europa scheint jetzt inne zu halten; vielleicht (und nach Hansteen nothwendig) daß sie wieder in die entgegengesetzte Abweichung übergeht? Auf der „östlichen" Seite jeder Linie ohne Abweichung, ist die Declination bis zu einer gewissen Entfernung hin westlich, auf der „westlichen" Seite hingegen in ähnlichen Fernen östlich, und zwar je näher solcher Linie um so schwächer, je weiter von ihr ab, um so stärker. Die Abweichungscharten zeigen die Orte, unter welchen die Abweichung gleichartig und gleich stark ist, durch Verbindungslinien an; z. B. die Halley'sche Abweichungscharte.

§. 140.

Wird eine hinreichend lange und dünne Magnetnadel dergestalt frei schwebend in den magnetischen Meridian des Ortes gebracht, daß sie sich in der senkrechten Ebene des Meridians um ihren Mittelpunkt drehen kann, so neigt sie sich, wenn der Ort nicht unter dem magnetischen Aequator liegt, mit der dem Erdpole zugewendeten Spitze unter einem (im Allgemeinen, je entfernter vom Aequator, um so größeren) Winkel gegen die Ebene des Horizonts; man nennt diese von dem entsprechenden magnetischen Erdpol und dessen Ziehgröße abhängige einseitige Senkung der Nadel, ihre Neigung oder Inclination, und mißt sie für jeden Einzelort mit Hülfe der Neigungsnadeln oder Inclinatorien.

Anm. 1) Zu den vorzüglicheren Inclinatorien gehören die von Apel in Göttingen nach der von Herrn Prof. Mayer daselbst gegebenen Anleitung verfertigten; vergl. a. a. O. 442 und Gilbert's Ann. XVIII. 229.

2) Die Neigung ändert sich ebenfalls an ein und demselben Orte abwechselnd, jedoch im Ganzen genommen weit weniger beträchtlich als die Abweichung, denn in einem Zeitraum von fast 200 Jahren (1775) betrug die Neigungsänderung für London kaum ¼ Grad. Rob. Normann machte die ersten hieher gehörigen Beobachtungen, und mehrere Jahre darauf versah man die Magnetnadeln der Schiffskompasse mit Laufgewichten, um dem Einfluße der Neigung zu begegnen. Der magnetische Aequator (§. 138) wurde mit Hülfe der Neigungsnadel gefunden.

3) Nimmt man ohnfern des Mittelpunkts der Erde einen kleinen Magnet an, dessen Wirkungen sich auf alle Punkte der Erdober-

fläche im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernungen äussern, so kann man die jedesortige Neigung ziemlich genau in Zahlen ausdrücken. Bezieht man hiebei die Punkte der Erdoberfläche nach Länge und Breite auf den magnetischen Aequator, so zeigt die Rechnung für alle Theile, für welche die kreisförmige Gestalt zulässig ist, daß die Tangente der Neigung das Doppelte von der Tangente der magnetischen Breite ist. Unmittelbare Anwendungen gestattet dieses Gesetz jedoch nur zunächst für jene Erdtheile, für welche der magnetische Aequator nicht eingebogen ist; S. 364. Bem. 2.

4) Nordlichter, Erdbeben und vulkanische Ausbrüche wirken mehr oder weniger störend auf die Lage der Nadel; vielleicht daß der Erdmagnetismus mit der Elektricität in Entstehungsbeziehung steht, und daß die angeblichen Perioden der Nord- und Südlichter, Feuerkugeln, Sternschnuppen rc. mit den größeren Perioden der Variation der Nadel dadurch zusammenhängen, daß der Erdmagnetismus die Erde elektrisirt, während die verschiedene Luftelektricität die Stärke desselben abändert? Vergl. m. Experimentalphysik Cap. IV. S. 446–455.

§. 141.

Reibt man eine trockne Glasröhre mit einem seidenen Tuche und nähert sie dann kleinen Körperchen (z. B. trocknen Papierschnitzeln) so werden diese von dem geriebenen Glase aus meßbarer Ferne angezogen und nach einiger Zeit wiederum abgestoßen, und bietet man der frisch geriebenen Stelle statt der anzuziehenden Körperchen in geringer Ferne einen Fingerknöchel dar, so entfährt der Glasfläche unter hörbar knitterndem Geräusch ein kleiner (vorzüglich im Dunkeln) sichtbarer Funke. Aendert man diesen Versuch dahin ab, daß man statt des Fingers eine zweite trockne ungeriebene Glasröhre in die Nähe der geriebenen bringt, so entsteht kein Funke, und die zweite Glasröhre wird nur an den Stellen mit der Eigenschaft leichten Staub anzuziehen versehen, welche die erste Röhre wirklich berührt hatten. Aehnlich der zweiten Glasröhre verhält sich ein Stück Stangenschwefel, Siegellack, Seide, Colophonium rc., hingegen von diesem Verhalten merklich abweichend ein Stück Metall, z. B. ein kleiner, glatter Metallcylinder. Faßt man nämlich diesen in die Hand und bringt sein abstehendes Ende der frisch geriebenen Stelle in geringer Ferne gegenüber, so verhält er sich wie der Fingerknöchel, vermag aber nach der Funken

entziehung weder leichte Körperchen anzuziehen, noch wiederum (durch Berührung eines andern Metallcylinders) einen zweiten Funken zu erzeugen. Entzieht man hingegen der geriebenen Glasröhre den Funken mit einem auf einem trocknen gläsernen Teller frei liegenden Metallstabe, oder mit einem in seidenen Schnüren hängenden Metallcylinder, oder mittelst einer an einem seidenen Faden hängenden Metallkugel, oder auch mit einem vorn abgerundeten, mit einem gläsernen Griff versehenen (oder statt dessen an dem anzufassenden Ende mit Siegellack überzogenen, oder mit Seide umwickelten) Metalldrath, so bildet sich nicht nur ein aus der Glasröhre zum Metall überschlagender Funke, sondern das Metall besitzt auch nach der Funkenüberschlagung die Fähigkeit leichte Körperchen anzuziehen und dem genäherten Fingerknöchel einen (kleineren) Funken zu ertheilen, und zwar nicht blos an der ursprünglich der geriebenen Röhre genäherten Stelle, sondern an seiner ganzen Oberfläche, verliert jedoch beide Eigenschaften auf einmal, durch die Entziehung des zweiten (kleineren) Funkens, so wie auch durch Eintauchen in feuchte Luft, oder in Wasserdampf oder in Wasser. Alle hieher gehörige Phänomene, begreift man zusammen unter der Benennung elektrische Erscheinungen, dieselbe von der griechischen Benennung des Bernsteins: Elektron (an dem man das in Folge der Reibung eintretende Anziehen leichter Körperchen zuerst bemerkte) ableitend.

Anm. 1) In obigen Versuchen unterscheiden wir den durch Reiben ursprünglich elektrisirten Körper, das Glas (statt dessen auch Bernstein, Seide, Siegellack, Harz, Schwefel, verschiedene Edelsteine, Bergkrystall rc.) von dem durch Reibung nicht merklich, wohl aber durch Berührung des elektrischen Glases, d. i. durch Mittheilung elektrisirten Metalle. Auch zeigt der Versuch daß jene Körper die durch Reiben elektrisch werden, im ungeriebenen Zustande anderen durch Reibung elektrisirten Materien das die Anziehung der Körperchen und die Funkenbildung Bedingende stellenweise entzogen, ohne es über ihre ganze Oberfläche auszudehnen, während das Metall das ihm auf bemerkte Weise mitgetheilte sogleich über seine ganze Oberfläche verbreitete, und nicht nach und nach stellenweise, sondern auf einmal an anderes Metall, oder an den Finger rc. abgab, hingegen das ihm durch Mittheilung Gewordene behielt, wenn es auf Glas (Seide rc.) ruhete und von trockner Luft umflossen war.

2) Das in diesen Versuchen Wirkende, nennen wir die Elektricität und zwar die ursprüngliche, sofern sie an der Materie, an deren Oberfläche man sie wahrnimmt, sei es durch Reiben, oder durch Druck, Stoß, Erschütterung, Aenderung der Temperatur, der Beleuchtung S. 329, oder auch nur durch ruhige Berührung anderer ihr ungleichartiger Materien erzeugt worden war, und die abgeleitete oder mitgetheilte, wenn sie schon anderweitig erzeugt einer dritten Materie übertragen wurde. Man unterscheidet ferner hinsichtlich des obigen Verhaltens Isolatoren oder Nichtleiter (oder richtiger: sehr schlechte Leiter) und Leiter. Zu den ersteren gehören alle sowohl chemisch einfache als auch gemischte Verbranndte, sofern sie starr sind, desgleichen alle Brennbare, sofern sie „nicht metallisch" sind und alle trockne Gase; zu den letzteren: sämmtliche unverbranndte Metalle, und sämmtlich Verbranndte, in so weit sie wäßrig flüssig sind.

3) Volta unterscheidet hinsichtlich der Fähigkeit sich durch gegenseitige Berührung zu elektrisiren: Leiter der ersten Klasse (sie erregen die Elektricität durch Berührung sehr merklich und leiten sie sehr schnell. Es gehören hieher die Metalle und die metallisch glänzenden Oxyde, die Kohle, die Nerven und die Muskelfasern und Leiter der zweiten Klasse. Die letzteren elektrisiren sich durch Berührung weniger merklich, und leiten die Elektricität weniger gut, als die der ersten Klasse. Es umfaßt diese Klasse alle wäßrige Leiter, sämmtliche in Wasser gelöste Gemische und die tropfbaren Säuren. Betrachtet man die Isolatoren als schlechte Leiter, so bilden diese eine dritte Klasse, bestehend aus Gliedern welche sich durch ruhige Berührung unmerklich, durch Aneinanderbewegung hingegen sehr merklich elektrisiren, und die Elektricität nur dann merkbar leiten, wenn sie stark erhitzt wurden. Erhitzung, wenn sie nicht zur Gasation führt, vermehrt die Leitungsfähigkeit der Glieder aller drei Klassen. Stark erhitztes Glas leitet die Elektricität etwas schlechter als eiskaltes Wasser, siedender Alkohol, sehr heißes Oel, Fett, geschmolzenes Harz, geschmolzener Schwefel, Phosphor ꝛc. leiten mit einer Geschwindigkeit die der des fast glühenden Glases nahe kommt.

4) Die Leitung selbst scheint nicht sowohl durch gegebene Anziehung der leitenden Masse zur Elektricität bedingt zu sein, sondern vielmehr in einem Begünstiger der Stralungsflüssigkeit oder jener Art von Fluidität zu bestehen, die wir an der stralenden Wärme und dem Lichte wahrnehmen; denn auch die am wenigsten dichten Metalle (z. B. Kalium) leiten immer noch mit einer Geschwindigkeit, die an 20000 mal größer als die des Wassers ist. Ausserdem aber dürfte die Wärme selbst die Elektricitätsbewegung begün-

stigen (denn die besten Elektricitäts Leiter sind auch die vorzüglichsten Leiter für die Wärme, mit Ausnahme der Kohle, welche die Elektricität sehr gut, die Wärme schlecht leitet) wie denn auch die Reibungselektricität sich in dem Maaße mindert, (d. h. in die Umgebung verbreitet) als die Einander-Reibenden durch die Reibung erhitzt werden.

5) Fragen wir, woher die Elektricität stamme, so ist darauf zur Zeit noch keine genügende Antwort möglich. Soviel scheint aus den bisherigen Beobachtungen hervorzugehn, daß sie gleich der Wärme nur an und in den Weltkörpern, aber nicht in der sog. Himmelsleere wirksam ist. Schon hieraus scheint zu folgen, daß sie von dem, die sog. Himmelsleere durchstralenden Lichte merklich verschieden sey, obgleich der elektrische Funke Licht entwickelt (und, unter gewissen, weiter unten zu erwähnenden Bedingungen auch Wärme frei macht) und ohngeachtet sich derselbe in der Guerike'schen Leere (d. i. in der verdünnten Luft) in feurig wogenden Stralen auseinander bewegt, in der Torricellischen Leere hingegen, von keinem Raumerfüllenden angezogen, nur der eigenen Anziehung seiner denkbaren Theilchen folgt, und so einen verdichteten Funken darstellt. Das letztere Verhalten zeigt zugleich, daß wir es bei der Elektricität mit einem Stralend-Beweglichen zu thun haben, welches sich der Natur raumerfüllender Wesen mehr nähert, als dieses beim Lichte und bei der Wärme der Fall ist, indem es eigene, obschon durch jeden Raumerfüller überwältigungsfähige, Gegenziehung seiner denkb. Theile darbietet; s. m. Experimentalph. Cap. V.

6) Giebt es nur eine Art von Elektricität, oder werden die elektrischen Erscheinungen von zwei einander entgegen wirkenden Wesen hervorgebracht, welche zwar in mehreren physischen Eigenschaften übereinstimmen, dagegen aber vorzüglich hinsichtlich ihrer chemischen Wirksamkeit von einander abweichen? Zahlreiche Beobachtungen entscheiden für die letztere Meinung, seitdem man die Electricität des reibenden Glases von jener der geriebenen Seide, oder des geriebenen Harzes unterschied. du Fay nannte die erstere Glaselectricität, die letztere Harzelektricität; Franklin, die erstere positive, die letztere negative Elektricität und Lichtenberg schlug der kürzeren Benennung wegen für erstere die Benennung + E, für letztere − E vor.

7) Demant erhält gegen alle Materien, welche man damit reibt, + E, während die Geriebnen − E bekommen; auf gleiche Weise erhält der Turmalin gegen Demant − E, hingegen gegen Glas + E, Glas welches gegen Turmalin − E bekommt, zeigt gegen Seide + E und die Seide dagegen − E. Weiße Seide entwickelt gegen schwarze Seide − E; letztere gegen Siegellack + E

dieses gegen edle Metalle, Kupfer rc. + E, hingegen mit Eisen, Graphit, Bley, Wismuth − E. Trocknes Holz zeigt mit Seide + E, gegen Pelzwerk − E. Der Rücken einer Katze giebt mit den meisten Materien + E, matt geschliffenes Glas mit glattem − E. Im Allgemeinen kann man annehmen, daß unter den Isolatoren der härtere gegen den weicheren + E, der weichere dagegen − E, unter den sog. Halbleitern (d. s. Isolatoren, welche durch Feuchtigkeit zu schlechten Leitern 2ter Klasse erhoben wurden) der härtere und minder feuchte gegen den weicheren und feuchteren + E, der letztere hingegen − E, und unter den Leitern 1ster Klasse der Brennbarere gegen den minder Brennbaren, (d. i. heiße gegen den kalten, sonst gleichartigen) + E bekommt, während dem weniger Brennbaren (z. B. dem edlern Metalle, oder dem Metalloxyde) − E zu Theil wird, und daß überhaupt der bessere Leiter gegen den schlechteren + E zeigt; über die hieher gehörigen Ausnahmen s. a. a. O.

4) Mit gleichnamigen E (also mit + E und + E, oder mit − E und − E) versehene (geladene) bewegliche Substanzen stoßen einander in die Ferne hin ab, die mit ungleichnamigen E Geladenen ziehen einander aus der Ferne her an; die Abstoßung kommt auf analoge Weise zu Stande, als die magnetische Abstoßung; S. 137. Bem. 4. Simon's und Parrot's Untersuchungen gemäß verhält sich die Stärke der elektrischen Abstoßung (und mithin auch die der Anziehung) umgekehrt wie die Entfernungen der gegenüber befindlichen geladenen Körperchen; nach Coulomb's wie es scheint minder genauen Versuchen, soll hingegen die Abstoßungsgewalt der mit gleichnamigen E geladenen „den Quadraten der Entfernungen umgekehrt proportional" sein; a. a. O.

5) Zur Bestimmung der Art der Elektricität, und zur Ausmittelung ihrer gegenseitigen Wirkungsstärken dienen die Elektrometer. Zu den vorzüglichsten gehören das von Cavallo angegebene sowie das Hauy'sche (bestehend aus einer kleinen cylindrischen Messingstange, die an jedem Ende mit einer Metallkugel versehen ist, und die in der Mitte auf einer senkrechten, isolirten Spitze aufliegend, horizontal schwebt) Bennet'sche (mit zwei senkrecht neben einander hängenden Blattgoldstreifen) Saussure'sche mit an Fäden hängenden Hollundermarkkügelchen) und das v. Bohnenberger'sche. Letzteres zeigt durch zwei sog. Zambonische Säulen (s. weiter unten) sogleich die Art der demselben mitgetheilten Elektricität an, was man bei den übrigen Elektrometern erst durch einen Versuch ausmitteln muß. Kennt man z. B. das den Blattgoldstreifen des Bennet'schen Electrometers mitgetheilte E nicht, so nähert man de

nen durch die Mittheilung zur Divergenz gebrachten Streifen eine geriebene Glasröhre; bleiben sie auseinander fahrend, so wär die mitgetheilte Elektricität derjenigen des geriebenen Glases, also dem + E gleichnamig; werden sie hingegen zur Glasröhre hingezogen, so wär es — E, was jene Streifen ursprünglich auseinander bewegte. Henley's Quadranten-Elektrometer mißt durch den damit verbundenen Quadranten den Winkel, bis auf welchen beide durch Mittheilung geladene Kügelchen divergiren. Coulomb's Drehwage mißt die Stärke der kleinsten Mengen mitgetheilten E's, in Folge des von C. gefundenen Gesetzes, daß die Gewalt, mit welcher sich gewundene Dräthe wieder in ihre vorige Lage zurück begeben, sich verhält, wie die Größe des Drehungswinkels; a. a. O.

10) Zur Anstellung elektrischer Versuche dient am besten die Elektrisirmaschine, deren wesentliche Theile die sich reibenden Körper, z. B. eine gläserne Scheibe, oder ein gläserner (oder taffentner, oder wollener) Cylinder sammt dem sog. Reibzeuge (welches etwa ¹/₈ der Glasfläche berührt) und die metallenen Conductoren (am besten messingene, polirte, auf Glasfüßen ruhende Hohlcylinder), nebst Vorrichtungen zum Umdrehen des Glases und den Einsaugspitzen oder Schneiden, Metallketten, Isolirschemeln rc.; vergl. a. a. O. Die Oberfläche des mittelst einer Metallkette entweder mit der Erde oder mit dem einen der Conductoren verbindbaren Reibzeugs, besteht gewöhnlich aus einem Zinn-Zinkamalgam (nach Kienmayer zusammengesetzt aus 2 Merkur, 1 Zinn und 1 Zink; nach Singer aus 1 Zinn, 2 Zink und 6 Merkur, oder 2 Zinn, 4 Zink und 7 Merkur) das, nachdem es fein zerrieben und mit etwas Fett vermischt worden, auf ein Stück dünnes Kalbleder gestrichen wird, welches bei Cylindermaschinen einem gepolsterten Hohlkissen, bei Scheibenmaschinen mit Wollenzeug überkleideten Brettern zum Ueberzuge dient. Jener Conductor, welcher dem Glase die durch's Reiben erzeugte Elektricität (das + E) zu entziehen bestimmt ist, wird gemeinhin der erste Conductor oder erste Leiter der Maschine genannt; der andere hingegen, der zur isolirten Aufnahme der Electricität des Reibzeugs (des — E) benutzt zu werden pflegt, heißt der zweite Conductor, oder der zweite Leiter der Maschine. Der erste Conductor ist vorn, wo er dem geriebenen Glase zunächst steht, entweder mit einem zugeschärften Messingblech (Schneide) oder mit Metallspitzen versehen, welche die Elektricität schnell anziehen und dem mit ihren Basen verbundenen Conductor zuführen (S. 345); dem zweiten wird hingegen das E des Reibzeugs gemeinhin nur durch eine Messingkette zugeleitet. Will man nun einen der Conductoren elektrisiren, so bringt man die Zuleitung des anderen während dessen mit der Erde in leitende Verbindung (z. B. läßt man die Kette des Reibzeugs auf die Erde,

hängen, wenn man nur den ersten Conductor, oder eine Kette vom ersten Cond. herab die Erde berühren, wenn man nur den zweiten Conductor elektrisiren will). Will man einen Menschen mit der einen oder anderen Elektricität erfüllen, um sie ihm nachher aus bestimmten Stellen der Leibesoberfläche mittelst guter Entlader (mit gläsernem Griff versehene metallene Leiter, die vorn entweder mit Kugeln oder Spitzen versehen sind, je nachdem man der Person die Elektricität in Funken- oder Strahlenform entnehmen will) wieder zu entziehen, so stellt oder setzt man ihn auf den Isolirschemel (einen mit Glasfüßen versehenen Tisch) und bringt ihn mit dem Conductor in leitende Verbindung, dessen E ihm übertragen werden soll, so daß dann der Mensch als Fortsetzung des Conductors zu betrachten ist. Ueber verschiedene Elektrisirmaschinen und deren Gebrauch s. a. a. O. Die vollkommenste Isolirung (d. i. Umgebung von Nichtleitern) gewährt die Ueberfirnißung alles Holzwerks und aller Glasfüße der Maschine mit in Weingeist aufgelöstem Schellack. — Die erste Elektrisirmaschine (eine Schwefelkugel-Maschine) stellte Otto v. Guerike dar.

11) Winterl wollte bei dem Funkenüberschlagen des einen der Conductoren zu dem anderen eine dem Fallen der Körper analoge Bewegung wahrgenommen haben, indeß fehlt es hierüber, so wie über die Geschwindigkeit mit welcher sich die Elektricität fortbewegt, an entscheidenden Beobachtungen; vergl. a. a. O. Letztere ist sehr groß; scheint jedoch 1) beträchtlich geringer als die des Lichtes und der stralenden Wärme und 2) bei der durch Berührung erregten Elektricität geringer als bei der Reibungselektricität zu sein. Inwiefern sich aus dem Verhältniß der Geschwindigkeit der Elektricität zu jener der bewegten Luft auf den Massenunterschied beider Naturwesen schließen lasse, s. a. a. O. u. S. 71.

12) Turmalin (auch Aschenzieher genannt) oder edler Schörl, Borazit, Brasil. Topas, kryst. Galmei u. m. a. Gesteine zeigen beim Uebergange von einer höheren Temperatur in eine merklich niedere, oder umgekehrt einen Wechsel der durch Temperaturveränderung an ihnen hervorgebrachten E, und hatte man das eine Ende eines kryst. Gesteins der Art erhitzt, während das entgegengesetzte Ende kalt geblieben oder kälter erhalten worden war, so bietet das eine Ende + E, das andere — E dar, während in der Mitte (analog wie beim Magnet) 0 E oder elektrische Indifferenz gegeben ist.

13) Da in den lebenden Körpern die Berührung der Ungleichartigen häufig wechselt so müssen sie schon aus diesem Grunde fortdauernd während ihres Lebens einen mannichfachen Wechsel von Elektricitätserregung und Herstellung des elektr. Gleichgewichts (d. i. Wiederübergehen des + E und — E in 0 E) darbieten. Oftmals entströmt d

gleichen im Innern der Lebenden erzeugte Elektricität, z. B. bei starken körperlichen Anstrengungen, vorzüglich nach anhaltendem Bewegen der Arme (besonders bei Frauen) aus den Fingerspitzen, den Haaren und überhaupt aus der Oberhaut. So auch wahrscheinlich bei manchen Blumen; z. E. bei der indischen Kresse (Tropaeolum majus) rc. Verschiedene Thiere besitzen das Vermögen willkührlich sehr schnell nach einander frei werdende und darum sehr stark wirkende Berührungselectricität (gesondertes + E und — E) zu entbinden, und innerhalb der leitenden Substanz eines Berührenden zu vereinen, so daß ihnen die entbundene Electricität durch die damit zu versetzenden sog. elektrischen Schläge (d. i. Entladungserschütterungen beider getrennt entbundenen, einander zuströhmenden E) als Waffe gegen feindlichen Angriff dient. Hieher gehören die Zitteraale, Zitterrochen, Zitterwelse rc.; a. a. O. Cap. VI. Den Hauptantheil an dieser Art von Elektricitätserregung haben die Nerven, und vorzüglich das Rückmark.

14) Ueber die Elektricität gepulverter durchgesiebt werdender Substanzen, und zusammen gepreßter schlechter Leiter (z. B. der Kalkspathblättchen) a. a. O. und Kortum's und Wilson's Vers. in Voigt's Magaz. X. 2 St. 1 u. Gilbert's Ann. XVII. 260 u. XXVIII. 211.

15) Ueber die meisten zur Elektricitätslehre gehörige Erscheinungen, Versuche, Folgerungen und Ansichten vergl. Singer's Elemente d. Elektricität und Elektrochemie. A. d. Engl. übers. von Müller. Breslau 1819. 8.

§. 142.

Läßt man mittelst eines abgerundeten Metalldraths, oder einer Metallkugel oder eines metallenen Ringes das eine oder das andere E auf eine Harzfläche überschlagen, welche zur Unterlage einen guten Leiter (z. B. eine metallene Scheibe, Schüssel oder dergl.) hat, und bestäubt gleich darauf die elektrisirte Stelle mit Bärlappsamen, oder mit gepulvertem Colophonium, so erhält man die sog. Lichtenbergischen Figuren. Diese stellen aus einem Mittelpunkte oder kleinen Kreise entwickelte Staubstralen dar, wenn die der Harzfläche zugeführte Elektricität + E, hingegen fast kreisförmige Staubanhäufungen, wenn sie — E war. Untersucht man hiebei die Rückseite des Harzes oder die Oberfläche des darunter liegenden, übrigens isolirten Metalls, so zeigt sie das dem oben mitgetheilten entgegengesetzte E.

§. 143.

Daß aber überhaupt bei jeder Elektrisirung stets beide E erzeugt werden, und dieses Erzeugen in einem Aufheben des elektrischen Gleichgewichts (oder in einer Trennung der im 0 E vereinten beiden E) bestehe, bezeugt unter andern auch folgender Versuch. Man stäube auf eine zuvor z. B. durch Reiben mit einem Fuchsschwanz oder Katzenbalg elektrisirte Harzscheibe von der oben beschriebenen Einrichtung durch Leinwand ein Gemenge von gepulvertem Zinnober, Mennige, Schwefel, Colophonium, Indigo, Bärlappsamen rc.; die durch das Durchsieben verschiedentlich elektrisirten Pulver, werden gemäß der bei einigen zur Elektricität des Harzes gleichnamigen bei andern ungleichwerthigen E, von einander getrennt; vergl. v. Arnim in Gilbert's Ann. V. 35.

Anm. 1) Daß jede elektrische Mittheilung ebenfalls in Folge foregesetzter Störung des elektrischen Gleichgewichts zu Stande kommt, beweist unter andern auch jede dünne Isolatorschicht, die z. B. in Form einer Scheibe auf ein empfindliches Elektrometer gelegt und welcher darauf ein elektrisirter Körper genähert worden ist; das Elektrometer zeigt die Wirkung des E des elektrisirten Körpers gerade so an, als ob statt des Glases rc. nur eine dünne Luftschicht dazwischen gewesen wäre; offenbar, indem das E des genäherten elektrisirten Körpers, das ihm entgegengesetzte E aus dem Isolator anzieht, und dadurch das ihm gleichnamige für die Wirkung auf das Elektrometer frei macht. Man nennt dieses die elektrische Vertheilung, auf ähnliche Weise erhält auch ein Nichtleiter, wenn man ihn auf der einen Seite reibt, auch auf der anderen Seite dasselbe freie E, und ebenso verliert er es auch auf den beiden Seiten, wenn man es ihm nur an der einen entzieht.

2) Die Mengen beider (durch Reibung, Berührung, Mittheilung oder Vertheilung) erzeugten E sind stets einander gleich, wie dieses am besten die beiden isolirten und gleichzeitig durch dieselbe Maschine elektrisirten Conductoren zeigen, wenn diese sonst nicht hinsichtlich der Glätte, Größe und Leitungsgüte ihrer Flächen von einander abweichen. In letzterer Hinsicht fallen zwar die Metalle in eine Klasse (S. 368) weichen doch aber unter sich beträchtlich genug von einander ab, nach van Marum in dieser Hinsicht nachstehende Reihenfolge abnehmender Leitungsgüte bildend: Kupfer, Gold, Silber, Messing, Eisen, Zinn, Bley, Zink.

3) Ueber den Einfluß der chemischen Verschiedenheit und der ungleichen Dichte der Gase, so wie der elektrischen Beschaffenheit der Erdarten

mosphäre auf die Erregung, Mittheilung und Vertheilung der Elektricität hat Dessaignes neuerlich mehrere Versuche angestellt; denen zufolge unter andern weit getriebene Verdichtung der Luft die Elektricitätserregung fast genau so stark hindert, als große Verdünnung; m. Experimentalphys. Cap. V.

4) Fragt man, ob feste und flüssige Leiter auf gleiche Weise leiten, so scheint aus bisherigen Beobachtungen hervorzugehn a) daß die ersteren vorzüglich an ihrer Oberfläche, jedoch auch an den inneren Gegenflächen ihrer Krystalltheilchen das ihnen mitgetheilte E fortpflanzen (z. B. in Glas eingeschmolzene Metalldräthe, ohnstreitig auch längs der inneren Gegenflächen) wie dieses auch die durch electrische Funken bewirkte Schmelzung und Zerstiebung der Metalldräthe und Blättchen beweißt; a. a. O.) und b) daß die Tropfbaren und vielleicht auch die Gase (sofern letztere, wenn auch nur unvollkommen leiten) hingegen das empfangene E Zonenartig durch ihre ganze Substanz hindurch laßen. (Das durchgegangene und wieder entströhmende E scheint hiebei oftmals kleine Antheile der Substanz des Leiters mit fortzureißen und gasartig zu verflüchtigen.?)

5) Die längsten elektrischen Funken erhält man, wenn man das + E des einen Conductors zum — E des anderen überschlagen läßt. Eigentlich findet jedoch bei jedem Funkenbilden ein Entgegenkommen beider E statt; die Farbe (röthlichweiße und blaulich weiße) derselben ist zum Theil von der umgebenden Luft abhängig; a. a. O.

6) Das Schmerzgefühl des dem Conductor mittelst des Fingers entzogenen, oder einer elektrisirten Person entleiteten Funkens, der phosphorische eigenthümliche Geruch der entströhmenden E, deren Anwehen z. B. gegen die Gesichtsfläche, die mechanischen Wirkungen der ströhmenden und Funken bildenden E (z. B. beim sog. electr. Flugrade, electrischen Springbrunnen ꝛc.; a. a. O.) zeigen deutlich, daß beide E selbstständige Wesen und nicht bloße Bewegungsarten raumerfüllender Materien sind (was auch schon das Verhalten der E in der Leere widerlegt; S. 369) wiewohl in allen diesen Erscheinungen die elektrisirte Luft als gewichtiger und durch die E ausdehnbarer Raumerfüller, mehr oder weniger großen Antheil hat. (Das Licht des elektrischen Funkens leiten Einige aus der Luft ab; indeß ist es in der verdünnten Luft stärker als in der dichteren, und fehlt auch in der Leere nicht.)

§. 144.

Jeder in einem gasigen Nichtleiter befindliche elektrisirte Leiter, stört vertheilend dergestalt das elektrische Gleichgewicht des Gases, daß in diesem, dem Leiter gegenüber und daher als sog. vel Ꝛ-

trische Atmosphäre das gleichnamige E frei wird, während das zuvor zugehörende ungleichnamige E mit dem Leiter (und ihm zunächst) in dasselbe unbeweglich machender Gegenziehung beharrt, ohne daß es (wegen schlechter Leitung des Gases) zwischen diesem unbeweglich gezogenem ungleichnamigen E und dem E des Leiters zur merkbaren Vereinigung zu ÓE kommt. Diese elektrische Atmosphäre ist es, welche an dem genäherten Gesichte das Gefühl eines leisen ziehenden (mit der wechselnden Berührung vorüberstreifender Spinnweben vergleichbaren) Wesens erzeugt.

Bem. 1) Franklin (Volta, Gren u. A.) der nur eine Art der Elektricität als das Bedingende aller elektrischen Erscheinungen annimmt (entgegen der obigen Ansicht, welche mit Robert Symmer in allen elektrischen Erscheinungen zweierlei positiv wirksame E voraussetzt) indem er behauptet, daß das OE des Symmer die Electricität sey, wie sie im Zustande des natürlichen Gleichgewichts mit den Ziehkräften der Materien in ruhiger Ansammlung beharre, während im — E eine Verminderung, und im + E eine Vermehrung der das Gleichgewicht bedingenden Elektricitätsmenge statt habe, erklärt die vertheilende Störung des elektrischen Gleichgewichts, theils aus einer Stoßgewalt, welche z. B. im obigen Falle der positiv geladene Leiter auf das E der Luft übe, in deren Folge von dem E des nächstliegenden Gases ein Theil abwärts getrieben werde (wodurch denn zunächst dem Leiter — E, und weiter abwärts + E zu Stande komme; wobei man jedoch nicht einsieht, wie das E des Leiters das E der Luft fortbewegen könne, ohne selbst nachzudringen) theils aus den Wirkungen der elektrischen Anziehung; indem nämlich in dem bemerkten Falle das Mehr des E des Leiters die Luft bestimmt, ihm eine Elektricitätsmenge zu nähern, welche hinreicht das + E des Leiters ins Gleichgewicht zu stellen, wodurch in dem abgewendeten Theile der Luft wieder + E übrig bleibt, und falls der Leiter mit — E beladen sey, werde umgekehrt durch ihn aus der Luft + E herbei gezogen und — E übrig gelassen. Also abgeändert, nähert sich die Franklin'sche Ansicht der sog. dualistischen (Symmerschen) in der That mehr, als es auf den ersten Anblick scheint, und nur die qualitativ verschiedenen Anziehungen die + E u. — E z. B. bei der chemischen Zersetzung der Leiter 2ter Klasse darbieten, scheinen auf wesentliche Verschiedenheiten beider E hinzudeuten.

2) Die elektrische Spitzenstrahlung, sofern sie das Ausströmen des einen oder anderen E eines damit versehenen Leiters innerhalb [illegible]

ner Gase beschleunigt, ist zum Theil an die bemerkte vertheilende Wirkung geknüpft; vergl. S. 375.

3) Daß — E u. — E sich abstoßen, (also positiv einander entgegen zu wirken scheinen, kann der Franklinschen Ansicht nicht zum Einwurfe dienen, wenn man das S. 358 Bemerkte berücksichtigt. Auch zwei Planeten müßten zur scheinbaren Abstoßung kommen, wenn sie durch zwei einander entgegenstehende ferne Sonnen von aussen her stärker gezogen würden, als sie einander zu ziehen vermögten; jeder würde dem stärkeren Aussenzuge der zugewendeten Sonne folgend, sich von dem minder ziehenden Planeten entfernen.

§. 145.

Nähert man einem elektrisirten Leiter einen anderen, ebenfalls isolirten aber nicht elektrisirten Leiter, so wird an diesem letzteren in Folge der vertheilenden Wirkung des ersteren das gleichnamige E frei, und wenn man dieses durch Ableitung entzieht, das ungleichnamige E auf der Oberfläche in demselben Maaße angehäuft, als es das E des ersteren Leiters war. Befindet sich zwischen beiden Leitern nicht zu dickes trocknes Glas, und theilt man dem einen Leiter das eine oder das andere E mit, während der andere Leiter mit der Erde in leitender Verbindung steht, so erscheinen beide Leiter, nach der Elektrisirung, mit den einander entgegengesetzten E geladen, und eine Vorrichtung der Art führt die Benennung: Leidner oder Kleistische Flasche, wenn die Leiter oder sog. Belege entweder als Ueberzüge oder als bewegliche Scheiben dem Glas dicht anliegen oder doch zur einigen Berührung gebracht werden können.

§. 146.

Sind bei mehreren Leidner Flaschen sämmtliche gleichnamig elektrisirte (oder zu elektrisirende) Belege mit einander in leitende Verbindung (z. B. sämmtliche innere Belege vieler Flaschen unter sich und ebenso sämmtliche äussere Belege) so giebt dieses die elektrische Batterie, bei der, wie bei der einzelnen Flasche das Vermögen stark geladen werden zu können, oder das elektrische Fassungsvermögen (Capacität für die entgegengesetzten E) bei gleicher Isolation der umgebenden Luft, genau im zusammengesetzten Verhältniß der Flächengrößen der Belege, der Abglättung

der Ober- und Randflächen dieser Belege und der Isolationsgüte des zwischen befindlichen Glases steht.

§. 147.

Offenbar binden sich beide einander räumlich entgegengesetzt angehäufte E der Leidner Flasche und der Batterie wechselseitig durch Gegenzug, und das Glas verhält sich während der Ladung, wie die Luft in §. 144; nur mit dem Unterschiede, daß das durch den einen ursprünglichen Beleg im Glase nach der abgewendeten Seite frei gemachte gleichnamige E, sogleich wieder ziehend auf das entgegengesetzte E des zweiten Beleges wirkt, jedoch ohne sich mit diesem E (wegen statthabender Isolation) vereinen zu können. Es wird daher dieses der elektrischen Atmosphäre im Glase und dem E des ursprünglich elektrisirten Beleges ungleichnamige E des zweiten Belegs durch Gegenzug zwar angehäuft (und dagegen das der elekt. Atmosph. gleichnamige E frei gelassen) kann jedoch nur dann zur ungehinderten Wirksamkeit kommen, wenn das nicht durch Gegenzug gehaltene E abgeleitet wird. — Wenn sich aber die ungleichnamigen E beider Belege durch Gegenzug binden, so folgt auch aus dem Vorhergehenden, daß keines dieser E weggenommen werden kann, wenn nicht zugleich das entgegengesetzte eine Ableitung findet.

Anm. 1) Nähert man einen kleinen isolirt schwebenden (z. B. an einem seidenen Faden hängenden) Leiter dem einen der geladenen Belege, so wird der Leiter abwechselnd angezogen und abgestoßen, und in demselben Maaße, wie dadurch die Menge des E dieses Belegs sich mindert, verringert sich auch die Menge des E des anderen mit der Erde in leitende Verbindung stehenden E. Hieher gehört die sog. elektr. Spinne. Stand die Flasche vollkommen isolirt, so wird jener Leiter nur dann angezogen und abgestoßen, wenn man dem anderen Belege eine ähnliche Leitung zur Anziehung (und Abstoßung) und dadurch bewirkten Elektricitätsentziehung darbietet.

2) Eine mit beweglichen plattenförmigen Belegen versehene Glasscheibe, heißt eine zerlegbare Leidner Flasche. Werden beide Belege dieser Vorrichtung mit gleichnamigem E geladen, so erhält man durch gleichzeitige Berührung beider Belege keinen sog. Ladungs- oder Erschütterungsschlag, wie dieses bei ungleichnamiger Ladung der Fall ist, sondern nur Fünkchen, jenen des einen

elektrisirten Leiters der Maschine ähnlich, und berührte man hiebei die Belege nicht selbst, sondern mittelst des (mit einem gläsernen Griff versehenen) Entladers, so bleibt die electrische Spannung (d. i. Anhäufung des E) für beide Belege nahe dieselbe.

3) Daß aber die Ladung des anderen Belegs in der That nur zu Stande kommt, dadurch daß man demselben das dem E des ersten Belegs gleichnamige E entzieht (ableitet) beweist jene Beobachtung, der zufolge man mit diesem abzuleitenden E eine andere Flasche wieder zu laden vermag, und so eine zahllose Menge von Flaschen zur (gleich große Spannung darbietenden) Ladung würde bringen können, wenn man bei gehöriger Isolirung von Seiten der umgebenden Luft, nur die letzte Flasche mit einer Ableitung versähe. — Elektrisirt man die einzelnen Belege der zerlegbaren Flasche jeden für sich, den einen mit + E, den anderen mit − E, und bringt dann beide einander gegenüber mit der Glasscheibe in Berührung, so ist die elekterische Spannung der nun geladenen Flasche nur gering.

4) Zu Belegen für kleinere Flaschen eignet sich am besten das durch keine Dünste anlaufende und nur durch Chlorgas angegriffen werdende, hoher Politur fähige Blattgold, welches man befestigt, indem man das Glas zuvor mit etwas Mundspeichel befeuchtet, dann das Goldblättchen genau auflegt, mit etwas Baumwolle gelinde andrückt, trocken werden läßt und mit weicher ungesponnener Baumwolle so lange reibt, bis es einer schönen Vergoldung gleich sieht. Stellen, welche (z. B. an den Rändern je zweier Blättchen) frei blieben, werden angehaucht und mit Blattgold auf gleiche Weise belegt. (Ueberzieht man dergleichen Goldbelege mit einer sehr dünnen Schicht Kopalfirniß, so bleiben sie selbst im heißen Wasser haften; s. Gewerbsfr. III.) Größere Flaschen belegt man mit Stanniol, den man mit etwas Mehlkleister festigt. Rauhe Belegstellen können zum Durchschlagen des Funkens und dadurch zur Zerschmetterung der Flasche führen. Dasselbe würde beider Ueberladung der Fall sein, wenn man die Belege solcher Flaschen nicht mit erhabenen) einander fern von der Flasche gegenüber stehenden, mit kuglischen Abrundungen endenden Leitern versähe, um die Selbstentladung der Flasche oder Batterie zu zeigen. Ein mit dem einen dieser Leiter verbundener, in Zoll und Linien getheilter Messingschieber, mißt dabei die Schlagweite. — Eine sich selbst entladende Leidner Flasche bietet auch das sog. elekterische Glockenspiel dar.

5) Ertheilte man dem inneren Beleg der Flasche + E, so erhielt der äußere mit Ableitung versehene − E, und umgekehrt + E, wenn der erstere − E erhielt. Beide E wirken im Allg. wie die beiden E der elektrisirten Conductoren der Maschine. Zu den vorzüglichsten Wirkungen gehören:

a) Bestreut man (nach Ekmark's Beob.) eine unten belegte Glasplatte oben mit trocknen Schwefelblumen, oder mit fein zerriebenem Harz, stellt dann zwei mit entgegengesetzten E geladene Flaschen so darauf, daß zwischen beiden ein Abstand von ohngefähr 3 Zoll bleibt, und entladet sie dann durch gegenseitige Verbindung, so bezeichnen den Gang der einander zu bewegten ungleichnamigen E, positive und negative Lichtenbergische Figuren (S. 373); dieser Versuch zeigt, daß im elektrischen Strale beide E neben einander ströhmen, und daß Spitzen gleichzeitig Ein- und Ausströhmung der entgegengesetzten E gestatten.

b) Bei der Bildung des Flaschenfunkens ist sichtbarlich das Licht des + E stärker und an der Basis des Funkenkegels von anderer Farbe, als das des — E. Am deutlichsten ist dieses wahrnehmbar, wenn man das E jedes der Belege durch eine feine Spitze in eine sog. luftleere Glasröhre leitet, und hier beide E zu einander treten läßt. Nähert man hingegen eine sog. elektrische Schlange oder Franklin'sche (etwas laufendes Merkur enthaltende, leere) Glasröhre, deren dem enthaltenen Merkur zugekehrtes Ende ein Stückchen eingeschmolzenen Draths enthält, nur dem einen der Belege, während man dem anderen durch eine elektrische Spinne eine schwache Ableitung giebt, so sieht man das Licht des einen E, und wenn man darauf in einem folgenden Versuche auf gleiche Weise mit dem anderen Beleg der geladenen Flasche verfährt, so kann man die Lichtverschiedenheit des nun auch in die Leere entströhmenden E, von jenem ersteren E sehr deutlich wahrnehmen. (Zum Theil gehört hieher auch das Leuchten des Merkurs in der Barometerröhre, wiewohl dieses zunächst von der Ab- und Zunahme der Luftelektricität und von der nicht ganz luft- oder gasfreien Leere des Barometers abhängt). — Auch gehören hieher: Franklin's Blitztafel; die elektr. Illuminationen, Zaubergemälde rc.; vergl. Meingosus Gälle: Beiträge zur Erweit. und Vervollkommnung d. Elektricitätslehre. Salzburg 1813 u. 1816. I—II. 8., wo sich mehrere hieher gehörige theils spielende, theils belehrende Vers. beschrieben finden. Desgleichen Wiegleb's natürl. Magie.

c) Füllt man ein dünnes Glasfläschchen (z. B. eine Florentiner Flasche) mit Olivenöl, verschließt sie darauf mit einem Korke, den ein Metalldrath durchbohrt, der bis zur inneren Seitenwand des Glases hinabreicht, während er oben so weit herausragt, daß er einem großen geladenen Conductor der Maschine oder dem einen Belege einer kleinen geladenen Flasche bequem genähert werden kann, und berührt nun damit den Conductor, während man den Fingerknöchel der Flasche dort nähert, wo sich gegenüber in derselben das Drath-

ende befindet, so zerschmettert der herausfahrende Funken das Glas; dasselbe erfolgt, wenn man den einen Beleg der Flasche mit dem herausragenden Drathende und den anderen mit der bemerkten Stelle des Glases zur Berührung bringt. Auf ähnliche Weise durchlöchert der Ladungsschlag ein Kartenblatt, welches zwischen dem Knopfe des inneren Belegs und dem mit dem Entlader verbundenen äusseren Beleg gehalten wird und dessen Löchlein nach beiden Seiten ausgebogen ist; desgleichen zerklüften zusammgeleimte Holzbrettchen, zwischen denen man Drathspitzen eingeleimt hatte, die mit den Belegen leitend verbunden worden (der Harlemer Apparat übt hiebei eine Kraft von 9840 Pfund) zerschmettern Glasplatten, deren Kanten mit den Leitungsdräthen des zu diesem und ähnlichen Versuchen sehr brauchbaren allgemeinen Entladers verbunden worden sind.

d) Eingeschlossene Luft wird durch den Batteriefunken gewaltsam ausgedehnt, wie dieses Kinnersley's Luftthermometer anzeigt; s. Langenbucher's praktische Elektricitätslehre. S. 45. Schießpulver, Staub, Wasser 2c. wird durch den sog. einfachen Conductore und Doppelfunken der Flasche zerstiebt.

e) Schon der Conductorfunken, noch mehr aber der Ladungsschlag Leidner Flaschen und Batterien zündet Knallluft (Gemenge von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas) wenn sie hinreichend dicht ist; hierauf gründet unter andern Volta's elektrische Pistol das Donnerhaus, Volta's Eudiometer (indem auf Sauerstoffgehalt zu prüfende atmosphärische Luft das Sauerstoffgas vertritt) und Fürstenberg's sog. elektrisches Feuerzeug oder die elektr. Zündlampe. Ausserdem lassen sich durch den elektr. Funken erwärmter Weingeist, Schwefeläther, erwärmter Kampfer (den man auf den Conductor oder einen Belegknopf legt, anzündet, auslöscht und dann der Wirkung der Funkenentziehung oder des Ladungsschlages preisgiebt) Schießpulver (welches man mit Eisenfeil mengt, die das Entzünden durch ihr elektrisches Erglühen bewirkt) und Zündschwamm (den man in eine feine Spitze ausdreht, die dann dem inneren Beleg oder dem elektr. Conductor genähert wird. Nicht in eine Spitze auslaufender Schwamm wird vom stärksten Batterie-Funken nur durchlöchert, aber nicht angezündet) entzünden.

f) Sehr wenig Knallsilber oder Knallmerkur auf einer Messerspitze dem elektrisirten Conductor selbst auf 12–15 Schuh Weite genähert, verpufft augenblicklich.

g) Feine angespannte Metalldräthe, Metallstaub aller Art 2c. zwischen beide Belege gebracht, so daß der Entladungsfunken ihre Substanz durchfährt, macht sie in der Leere schwach erglühen und zerreißen, in der Luft verbrennen und wolkenartig zerstieben. Zwischen Glasplatten gepreßtes Blattgold (Silber, Kupfer) 2c. schmelzt durch den

Entladungsfunke der Batterie in die Gläsflächen ein, und wenn es zwischen Papier lag, so findet man es nach dem Schlage durch umgebende Luft mehr oder weniger verbrannt; vergl. m. Experimentalphys. a. a. O.

h) Ein kleines Thier (z. B. eine Maus, besonders ein kleiner Fisch) dem Entladungsschlage preisgegeben, so daß der Funke durch den Kopf geht, wird getödtet; anatomisch untersucht zeigt das Hirn kleine mechanische Verletzungen. (Schafe, welche vom Blitz erschlagen wurden, fand man ohne feste Innensubstanz; alle Knochen waren zermalmt und in pulvrige Substanz zerstiebt). Ueber medizinische Elektricität oben S. 372 und Kühns Gesch. d. mediz. Elektr. I—III. Leipzig 1783, 8. Auch Pflanzen können durch den Schlag getödtet werden Ueber die Wirkungen der Elektricität auf Organismen; vergl. Nasse in Gilbert's Ann. XLI. 392.

i) Taucht man eine offene Glasröhre in ein Schälchen mit Kalkwasser, verschließt dann das obere Ende mittelst eines von einem Platindrath durchbohrten Korks, bringt das Schälchen mit dem einen Beleg und den Drath mit dem anderen in leitende Verbindung, so erzeugt der in dem Röhrchen überschlagende Funken aus der Luft etwas vom Kalkwasser absorbirt werdende Salpetersäure; dasselbe bewirkt der wiederholt aus dem Conductor durch das Schälchen gezogene Funken. War statt des kalkhaltigen Wassers etwas Lakmustinctur im Schälchen, so wird diese geröthet.

k) Füllt man eine winklich (V förmig) gebogene Röhre mit Wasser, verschließt die offenen Mündungen mit zwei Fingern, und stürzt sie so in eine Porzellanschaale mit Baumöl um, leitet dann einen mit dem einem der Conductoren der Maschine zu verbindenden Platindrath in das Wasser des einen Schenkels, während aus dem des anderen ein zweiter Platindrath mit der Erde in leitende Verbindung steht, so erfolgt Zersetzung des Wassers in Sauerstofgas und Wasserstofgas (am + E gebenden Conductordrath das erstere, am anderen Drathe das letztere). Man nennt dieses Experiment den Amsterdammer Versuch (weil es dort zuerst angestellt worden ist) und kann es auch, bei starken Glasröhren mittelst der E beider Belege der Leidner Flasche oder Batterie, jedoch selten ohne Gefahr der Zerschmetterung der Röhre, zu Stande bringen. Bringt man statt des Wassers Salzlösungen in die gebogene Röhre, so wird das Salz so zersetzt, daß der mit der Erde in leitende Verbindung stehende Schenkel freie Säure bekommt, während die Salzbase sich am entgegengesetzten Drathe ansammelt. War es ein Metallsalz, so scheidet sich etwas hergestelltes Metall am — E Drath ab (wenn es kein Eisen-, Magen- oder Zinksalz war, deren Metalle sich durch Sauerstoffentziehung aus dem Wasser sogleich wie-

der oxydiren) und am anderen Drathe erscheint neben der Säure etwas Sauerstoffgas. (Alle hieher gehörige Zersetzungsversuche gelingen jedoch mit den weiter unten zu erwähnenden galvanischen Ketten und galv. Batterien leichter und in grösseren Mengen.) — Läßt man die Batterie-Funken über Kreide schlagen, so wird sie phosphorescirend (S. 259) über Glasflächen erzeugt sich eine schwarze Spur (S. 305).

6) Leitet die Batterie nicht hinreichend gut, oder ist das Glas der Leidner Flasche ziemlich dick, so ladet sie sich nach der Entladung von selbst, jedoch schwächer, wieder. Man nennt dieses den Rückstand (oder Residuum) der Batterie; bei grossen Batterien ist er oftmals noch sehr beträchtlich und daher vor dem Berühren der Belege mit dem Entlader zu entziehen; m. Experimentalphys. a. a. O. — Erfinder der Ladungsflasche ist der Freih. v. Kleist, weil. Domherr zu Camin in Pommern; erster Verbesserer Cunaeus, weil. Prof. in Leiden.

7) Fassen sich viele Menschen mit den Händen an, während der eine mit einem in der andern Hand habenden Metalldrath den einen, und der das andere Ende der Reihe bildende auf gleiche Weise den andern Beleg berührt, so verspüren alle den durch die Arme und Brust gehenden einmaligen Erschütterungsschlag gleichzeitig. (Entladen auf ähnliche Weise mehrere Personen eine galvanische Batterie, so wird die Erschütterung durch Vermehrung der Menschen merklich geschwächt und zuletzt nur in den Fingern als ein sich wiederholendes schmerzhaftes Zucken empfunden).

§. 148.

Berührt man den einen der Belege einer Leidner Flasche mit einem schwach elektrischen Körper, während der andere mit der Erde in leitender Verbindung steht, so zeigt sie kein freies E, weil das wenige dem einem Belege zugeführte E, sogleich durch das am anderen Beleg frei werdende entgegengesetzte E vollkommen gebunden wird; ändert man hingegen den Versuch dahin ab, daß man beide Belege isolirt (indem man die Ableitung unterbricht, oder die ganze Flasche isolirt stellt) so wird das dem einen Beleg zugeführte schwache E (wegen Nichtableitung des gleichnamigen E des andern Belegs) nicht weiter in solchem Maaße gebunden, daß es für das Elektrometer unmerkbar würde, sondern häuft sich nur mehr und mehr an, je mehr man davon zuführte. Dasselbe erfolgt auch, wenn man einen scheibenförmigen isolirten Leiter auf einen unvollkommenen Leiter (z. B. auf eine Marmorplatte) oder auf einen (über einen guten Leiter ruhenden) Isolator z. B. auf ein sei-

benes Tuch, oder, um Elektricitätserzeugung durch Druck zu verhüten, auf eine Luftschicht setzt, die man erhält, indem man eine Metallplatte mit Siegellacktröpflein an drei verschiedenen Stellen belegt; hieher gehört der von Volta erfundene Condensator, und die demselben ähnlich wirkenden Vorrichtungen: Cavallo's Elektricitätssammler oder Collector und Bonnet's von Nicholson verbesserter Duplicator, die jedoch vor Volta's Vorrichtung keine wesentlichen Vorzüge besitzen; Gilberts Ann. IX. 121 u. XVII. 414.

§. 149.

Vermöge der schlechten Leitung behalten auch harzige Körper die durch Reibung an ihnen erzeugte Elektricität innerhalb trockner Gase lange bei sich S. 366; noch mehr ist dieses der Fall, wenn man ihnen einen Leiter unterlegt, während man einen zweiten Leiter als beweglichen Beleg so einrichtet, daß man ihn isolirt zu der Harzfläche bringen und darauf, nach der mit demselben bewirkten Elektricitäts-Entziehung, wiederum auf gleiche Weise zu entfernen vermag. Eine also veränderte Ladungsflasche heißt ein beständiger Elektricitätsträger oder ein Elektrophor.

Bem. 1) Wilke und Volta sind die Erfinder dieser Vorrichtung, die gewöhnlich aus einer blechenen (oder pappenen oder hölzernen mit Stanniol überzogenen) sog. Schüssel oder Form, aus dem platten Harz-Kuchen und dem metallenen oder mit Gold- oder Silberpapier u. dergl. überzogenen, an einer Glassäule oder an seidenen Schnüren aufhebbaren Deckel oder der Trommel besteht. Die Kuchenmasse setzt man am besten aus 1½ Th. Schellack, 1 venet. Terpenthin, 2 Colophonium und ¼ Mastix zusammen, indem man diese Substanzen über gelindem Feuer zerläßt und dann in die zuvor erwärmte Form gießt. Entstandene Blasen entfernt man durch angenähertes heißes Eisen. — Die zerlegbare L. Flasche ist zugleich ein Elektrophor, wie dieses Weber's Doppelelektrophor beweist; Gilberts Ann. L. I. 198. Ueber Lichtenbergs Doppelelektrophor und großes Elektrophor; Gothaisches Mag. I. 42.

2) Isolirt man den geriebenen Elektrophor, legt dann den isolirt gehaltenen Deckel so darauf, daß er mit dem Metall der Form in Leitung kommt, und entfernt das Leitende, so zeigt er, weil die entgegengesetzten E sich wechselseitig binden, keine elekt. Spannung; hebt man nun aber den Deckel isolirt auf, so zeigt dieser + E, die Form

hingegen — E, und setzt man nun nach hergestelltem Gleichgewichte den Deckel wieder auf, so hat dieser — E, die Form hingegen + E und die Verbindung beider giebt einen Ladungsschlag mit überwiegendem — E; m. Experimentalphys. I. 496. Bei den elektrischen Zündlampen dient der Elektrophor zum Funkengeber.

§. 150.

Hängt man ein frisch bereitetes Froschpräparat an einen seidenen Faden in einiger Entfernung vom ersten Conductor der Elektrisirmaschine so auf, daß die Füße (deren einer mittelst eines leichten biegsamen Metallfadens mit der Erde in leitende Verbindung steht) zu unterst schweben, und zieht nun von Zeit zu Zeit aus dem zuvor elektrisirten Conductor Funken, so geräth das Präparat bei jeder Funkenentziehung in krampfhafte Zuckung, selbst wenn es gegen 36 Fuß vom Conductor entfernt hängt. Man nennt dieses den Rückschlag und beobachtet etwas Aehnliches auch an sich entladenden Gewitterwolken, indem nemlich in demselben Augenblicke, in welchem sich das eine Ende einer Wolke durch den Blitz entladet, das Gleichgewicht der Elektricität an derjenigen Stelle der Erdoberfläche (durch dieser Stelle entfahrenden Erdelektricität) hergestellt wird, welche sich unter dem entgegengesetzten Ende der Wolke befindet. An dem als Elektrometer höchst empfindlichen Froschpräparate beobachtete es Galvani (weil. Professor der Arzneikunde zu Bologna) zuerst. Es veranlaßte ihn diese Beobachtung zur Entdeckung des sog. Metallreizes, d. i. des nur an lebenden Thierorganismen oder an Präparaten der obigen Art sichtbar werdenden Ladungsschlages der durch Berührung zweier ungleichen Leiter erster Klasse sich erzeugenden + E und — E. Dieses gab Gelegenheit überhaupt das Verhalten der Berührungs-Elektricität (S. 368) sowohl zu lebenden Organismen und Leichnamen, als auch zu den Chemisch-Wirksamen und unter diesen vorzüglich zu den mit dem Werthe zweiter Klasse leitenden Gemischen zu untersuchen; Untersuchungen, deren Ergebnisse zusammen genommen, um das Andenken an den Entdecker zu ehren, mit der Benennung Galvanismus (oder galvanische Elektricität, oder von Einigen auch Voltaismus genannt) belegt wurden; vergl. m. Experimentalphys. Cap. V. §. III. u. Cap. VI.

Anm. 1) Das Froschpräparat des obigen Versuchs erhält man, in

dem man den lebenden Frosch mit einer scharfen Scheere in der Mitte so durchschneidet, daß mit den Hinterfüßen ein Theil der Rückenwirbelsäule verbunden bleibt; man streift dann von dieser hinteren Leibeshälfte die Haut ab, und schlingt den seidenen Faden um das obere Ende der Wirbelsäule. Bei galvanischen Versuchen mit sehr schwachen Ladungen der sich berührenden Leiter, entblößt man den Crualnerven vollständig.

2) Galvani leitete anfänglich die sämmtlichen hieher gehörigen Erscheinungen von einer angeblich nur den Thieren eigenthümlichen Elektricität (thierische Elektricität genannt) ab; Volta zeigte hingegen, daß in allen galvanischen Erscheinungen die Elektricitäten der Berührung der ungleichen Leiter entstammen, daß in den Zuckungsversuchen die Nerven der Thiere nur als die empfindlichsten Elektroskope wirksam seyn, und daß (wie spätere Versuche v. Humboldt's, Ritter's u. A. bewiesen) diese Empfindlichkeit selbst lange nach dem Tode, und bei kaltblütigen Thieren bis zum Eintreten der Verwesung andaure.

3) Nach Volta ist die Stärke der Störung des elektrischen Gleichgewichts sich berührender Leiter erster Klasse bei Zink und Silber =12, zwischen Zink und Bley =5; Eisen und Zinn =3, Kupfer und Silber =1, Eisen und Kupfer =2 und zwischen Zinn und Bley =1; mithin giebt das erstgenannte Metallpaar soviel +E u. —E, als die übrigen zusammen genommen.

4) Volta drückte eine platte Zinkscheibe gegen eine unterliegende Silberscheibe, trennte beide nach der Berührung mittelst isolirender Handgriffe, und näherte jede derselben einem Condensator; mehrmalige Widerholung dieser durch die Scheiben bewirkten Condensatorladung zeigte am Zink +E, am Silber —E. Noch merklicher wurden diese E, als er mit einem Zinkstreifen an dessen eines Ende ein von ihm in der Hand gehaltener Silberstreifen gelöthet worden war, den Condensator berührte, oder umgekehrt das Zinkende haltend, den Silberstreifen zur Berührung des Condensators brachte. v. Bohnenberger's, mit zwei Condensatorplatten versehenes Elektrometer (S. 370) giebt dieselben Erscheinungen sehr deutlich. Als Volta den obigen Versuch (dies. Bem.) dahin abänderte, daß er die obere Metallscheibe mit einer feuchten Pappscheibe bedeckte und über diese eine dritte Metallplatte legte, so zeigte diese das E der zunächst unter der Feuchtigkeit befindlichen Metallscheibe, und da er anderweitig fand, daß einander bedeckende unmetallene Flüßigkeiten sich nicht merklich elektrisiren, so schloß er aus dieser Abänderung des Versuchs, daß die feuchten Leiter nur leiten, aber nicht Elektricität erregen; eine Folgerung, die sich indeß in dieser ganzen Strenge nicht bestätigte; S. 368.

6) Daß die in galvanischen Vorrichtungen erregten E im Wesentlichen nicht von der Reibungs-Elektricität abweichen, zeigten Volta, Pfaff, van Marum und Ritter; ob indeß die galvanische Elektricität nicht eine (sey es durch die Cohäsionswirkungen der Metalle, oder durch geringe Beimischung aufgelösten Metalls oder Wassers) durch die Art ihrer Erregung veranlaßte Abänderung erlitten hat, welche ihre Bewegung verlangsamt und dadurch zu den oben (S. 383) bemerkten Verschiedenheiten in der Wirkung auf die Organismen führt? verdient weiter geprüft zu werden.

§. 151.

Jede Verbindung ungleicher Leiter, welche deren Gegenflächen mit den ungleichnamigen E laden macht, heißt ein Elektromotor. Die Verbindung eines Elektromotor's mit einem chemisch-zersetzbaren Leiter zweiter Klasse, dessen Leitungsgüte geringer ist, als die mittlere Leitung des Elektromotors, giebt die sog. einfache galvanische Kette, aus deren Vervielfältigung die sog. galvanische Säule oder voltaische Batterie mit zunehmender elektrisch-chemischer Wirksamkeit hervorgeht.

Bem. 1) In dem Maaße, als sich die entgegengesetzten E in der Substanz des die Kette schließenden Leiters zweiter Klasse anhäufen, erfolgt die elektrisch-chemische Zersetzung dieses Leiters, und die einzelnen E wirken dabei als chemische Potenzen, deren Ziehgewalt zu den Bestandtheilen des Gemisches größer ist, als die Gewalt welche die Mischungstheile gemischt erhielt. Mithin sind das +E und das −E Wesen, welche mit der geringsten (vielleicht unendlich kleinen) Masse die größte chemische Wirksamkeit verbinden, und diese äussern, wenn sie an dem eigenen unmittelbaren Gegenzuge durch Zwischentritt gewichtiger Leiter mehr oder weniger gehindert werden.

2) Der Erfahrung gemäß nehmen aber die chemischen Zersetzungen zu, wenn die Leitungsgüte des schließenden Leiters wächst. Schon Fontana fand lange vor Galvani, daß Gold und Silber, wenn sie sich in verdünnter Salpetersäure berühren, lebhaftere Zersetzung derselben hervorbringen, als das Silber für sich bewirkt haben würde, und Ritter und Wollaston zeigten, daß höchst lebhafte chemische Zersetzung eintrete, wenn z. B. ein Goldstück (oder Silberstück, weniger lebhaft bei Merkur, Kupfer, Bley ꝛc.) durch eine Zinkstange innerhalb flüssiger Säure (verdünnte Salzsäure, Salpetersäure oder Schwefelsäure) berührt wird. (Ich stützte späterhin hierauf ein Verfahren die Spannungsunterschiede zweyer Metalle

bequem und schnell auszumitteln; m. Experimentalphys. Cap. VI.) Hieraus folgt nun klar, daß es nicht die Zunahme der Leitungsgüte als solche ist, welche die chemische Zersetzung durch beide E beschleunigt — denn diese müßte gerade das Gegentheil, nemlich Verminderung der gegenseitigen Anhäufung der E und mithin geringere Störung des chemischen Gleichgewichts durch dieselbe liefern — sondern daß die vermehrte chemische Zersetzung einer häufigeren Erzeugung beider E zuzuschreiben ist, deren Grund die besser leitende Flüßigkeit darum enthält, weil sie als solche den Leitern erster Klasse näher rückt, und mithin wie diese (durch Berührung beider ungleicher Leiter von beiden Seiten her) Elektricität erregt.

3) Unter den 16 verschiedenen Arten möglicher einfacher galv. Ketten (a. a. O. Cap. VI.) heben wir zur Veranschaulichung der galvanischen Wirkungen folgende aus:

a) Ketten aus zwei Leitern erster und einem Leiter zweiter Klasse; z. B. Kupfer, Zink, Wasser, und statt des letztern Kochsalzlösung, oder Salmiaklösung, oder verdünnte Schwefelsäure. Letztere giebt überall am Kupfer merkliche Mengen von Wasserstofgasbläschen. Das Zink entwickelt durch seine Auflösung ebenfalls Wasserstofgas, indem es dem Wasser Sauerstof entzieht, erhält aber auch elektrisch abgeschiedenen Sauerstof, mit demselben in Säure auflösliches Zinkoxyd darstellend. Nimmt man statt des Wassers die wässerige Lösung des schwefelsauren Kupferoxyds, so schlägt sich metallisches Kupfer am Kupfer (oder statt dessen am Silber, Platin, Gold, schwarzem Manganoxyd ꝛc.) nieder; während das Sauerstof an den Zink tritt. Auf gleiche Weise fället Zink an Geld in Säuren aufgelöstes Blei und Cadmiumoxyd; Zink an Kupfer (z. B. im Messing) aufgelöstes Zinn (z. B. beim Weißsieden der Stecknadeln) hätte man statt des Wassers Alaunlösung oder Bittersalzlösung gewählt, so erscheint am Kupfer (Silber ꝛc.) die Erde als weißer trübender Niederschlag, während die Schwefelsäure der genannten Salze auf das Zink wirkt. Das reine Wasser selbst entbindet nur langsam am — E Metall Wasserstofgas, während es an das + E Metall Sauerstof abgiebt. Wir schließen aus diesen und vielen ähnlichen Versuchen, daß bei der elektrischen Zersetzung chemischer Gemische das in das Gemisch einströhmende + E den Sauerstof, dessen Vertreter Chlor, Jod, die Hyperoxyde (z. B. selbst das Wasser) und die Säuren anzieht, den Wasserstoff die Vertreter desselben (z. B. die regulinischen Metalle) und die Salzbasen abstößt, während das — E sich umgekehrt verhält, so daß sich also in elektrischer Hinsicht + E und Wasserstof ꝛc. und — E und Sauerstof ꝛc. gleichnamig (oder ähnlich-werthig) dem Gesetze der elektrischen Anziehung und Abstoßung gemäß verhalten. Ketten der vorstehenden

Art sind ununterbrochene; tauchte hingegen z. B. ein Kupferdrath in ein Glas mit verdünnter Säure, und eben so ein Zinkstreifen in ein zweites Glas, und wären dabei ausserhalb der Gläser beide Metalle, die saure Flüssigkeit hingegen durch einen in beide Gläser tauchenden feuchten Fliesspapierstreifen oder durch ein A förmiges, mit Wasser gefülltes Glasröhrchen verbunden, so wäre dieses eine unterbrochene Kette, die um so schwächer wirkt, je grösser der Abstand beider Metall berührenden Flüssigkeiten ist. Schlägt man ein aufgelöstes Metalloxyd durch ein eingesenktes brennbares Metall (z. B. in Essigsäure aufgelöstes Bleyoxyd, oder in Salzsäure aufgelöstes Zinnoxyd, oder in Säure aufgelöstes Kupferoxyd durch Zink) nieder, indem das niederschlagende Metall dem aufgelösten Sauerstof entzieht, so ist gleich nach der Fällung der ersten Metall-Antheile (oder nach dem Bilden der ersten Blättchen, Spiesschen &c. der sog. Metallvegetation) eine Kette aus zwei Leitern erster und einem Leiter zweiter Klasse gebildet, und das ferner niederfallende Metall, setzt sich nun an dem früher gefällten ab. In wiefern hiebei auch gleich anfänglich schwache galvanische Action möglich; a. a. O. — Berührt man die Zungenunterfläche mit dem Stiel eines silbernen Löffels, während die Zungenoberfläche von einem zum Munde herausragenden Zinkstreifen bedeckt wird, und bringt dann beide Metallenden ausserhalb des Mundes zur Berührung, so empfindet man am Zink einen säuerlichen, am Silber einen bitterlichen, widrigen Metallgeschmack. Sulzer beobachtete etwas der Art schon 1767. Bringt man hiebei das eine Metall mit der oberen Kinnlade oder mit etwas Wasser befeuchtet an ein Augenlied, so erfolgt im Auge ein momentanes Blitzen, so wie die Metalle zur Berührung kommen. Berührt man jeden der feuchten Füße eines Froschpräparats mit einem der Metalle, so erfolgt beim Verbinden der Metalle (und beim Wieder-Auseinandernehmen der Metalle) eine lebhafte Zuckung, die um so größer ist, je weiter die Metalle hinsichtlich ihres stöchiometrischen Werthes von einander abstehen. — Hatte man die Metalle durch einen Streifen feuchten Lackmuspapiers zur Kette verbunden, so wird dieser am Zinkende geröthet, während er am Kupferende blau bleibt und noch blauer wird, als er war. Steckt man einen Zinkstreifen in Merkur, begießt darauf die Merkurfläche mit etwas Schwefelsäure, (Vitriolöl) so wird ein Theil dieser Säure gänzlich zersetzt und etwas Schwefel ausgeschieden &c.; a. a. O.

b) Ketten aus einem Leiter erster und zwei Leitern zweiter Klasse: z. E. Vitriolöl mit Wasser überschichtet, und ein durch beide Flüssigkeiten gesenkter Platindrath; es lagern sich nach und nach an dem Drathe Gasbläschen ab, die in Folge der Was-

serzersetzung entstanden. Sie zeigen sich zunächst nur dort, wo sich beide Flüssigkeiten berühren; nach und nach werden sie weiter hinauf gezogen. Die Säure vertritt die Rolle des fehlenden Metalls, indem sie gegen das Platin — E erhält, während dieses + E bekommt. Wie sich Metallauflösungen statt des Wassers verhalten? s. a. a. O. Cap. VI.

c) Ketten aus drei Leitern zweiter Klasse; z. E. wenn man eine an beiden Enden aufwärts rechtwinklig gebogene offene Glasröhre unten mit conc. Schwefelsäure und darüber in dem einen Schenkel mit schwefelsaurer Kupferauflösung, in dem anderen mit Wasser gefüllt, und die Flüssigkeiten beider Schenkel mit einer Λ förmigen, wasserhaltigen Glasröhre leitend verbindet; desgleichen unteres salzigeres und überstehendes minder salziges Wasser von feuchten Wänden z. B. vom Meerbett und Meerufer in leitende Verbindung gebracht; ferner das Blut der Thiere mit seinem aus färbenden + E erhaltendem Stoff und farblosen — E bekommender Faser bestehenden Blutkügelchen und dem Blutwasser; die Milch mit ihrem Käsestoff, Eyweißhaltigem Fett und Zucker nebst Salzen enthaltenden Molke rc.

d) Ketten aus einem ungleichgestalteten getheilten Leiter erster und einem Leiter zweiter Klasse; hieher gehören Zamboni's sog. „zwei-elementige Ketten und Säulen"; Jäger's Versuche über die Aenderung des Lackmuspapiers und ähnlicher Pigment-haltiger Papiere durch eine Zinkplatte. Bei den hieher gehörigen Vers. sind häufig Ketten aus einem festen und zwei verschiedenen flüssigen Leitern begleitend gegeben. — Am auffallendsten zeigt sich das Verhalten dieser Ketten, im unvermischten Zustande, wenn man ein breites Stück Stanniol mit einem zusammengerollten Stück Stanniol in einer wäßrigen Lösung eines erdigen Salzes zur Berührung bringt; m. Syst. a. a. O.

e) Ketten aus zwei festen Leitern und einem geschmolzenen Isolator; z. B. Schwefelstibium mit Eisen erhitzt; das + E bekommende Eisen verbindet sich mit dem eine entsprechende Menge — E bekommenden Schwefel, während das gegen Eisen wenig — E erhaltende Stibium vom Schwefel abgestoßen und frei wird.

f) Ketten aus zwei geschmolzenen Isolatoren und einem Leiter zweiter Klasse. Hieher gehört unter anderen die Verbindung von Phosphor und Schwefel, die Wasser lebhaft zersetzt, Schwefelwasserstoff und Phosphoroxyd bildend (indem sich der + E bekommende Phosphor mit dem — E Werth bietenden Sauerstoffe und der — E erhaltende Schwefel mit dem + E Werth zeigenden Wasserstoffe vereint.

g) Ketten aus ungleich heißen Leitern derselben Klasse

und einem Leiter zweiter Klasse. In v. Humboldt's Vers. bewirkte sich berührender kalter und heißer Zink im Froschpräparate Zuckungen; Schweigger wandte späterhin heißes und kaltes Kupfer mit wäßriger Säure zu voltaischen Batterien (Trogapparaten) an. Das heiße Metall erhält +E, das kalte −E. Das ungleich erwärmte Wasser (und selbst die Luft) bietet ähnliche im Kleinen freilich nur kaum merkbar wirksame Ketten dar.

4) Fast ebenso mannichfaltig als es die Zusammensetzung der einfachen Ketten ist, ist es auch die der zusammengesetzten oder der von Volta erfundenen elektromotorischen Batterien oder galvanischen Säulen. Man baut dergleichen sehr schwach wirkende aus nur feuchten oder aus festen und tropfbaren Leitern derselben zweiter Klasse, durch wiederholte Uebereinanderschichtung z. B. von schwefelsauren, von mit flüssigem schwefelsaurem Natron getränkten und von nur Wasser haltigen Pappscheiben; wirksamere aus einem Metall und zwei feuchten Leitern (z. E. aus Zinkplatten, Schwefelsäure haltigen Pappen und Wasser enthaltenden Pappscheiben, oder am wirksamsten aus zwei möglichst ungleichartigen Leitern erster und einem möglichst guten Leiter zweiter Klasse zusammensetzt; sey es in Säulenform (z. B. Ketten, welche durch Uebereinanderschichtung von platten- oder scheibenförmigen Kupfer, Zink und mit einer Lösung des schwefelsauren Natrons in wäßrige Salzsäure getränkter Pappe erhalten wurden; den bemerkten flüssigen Leiter giebt in verdünnter Schwefelsäure aufgelöstes Kochsalz) oder in Form eines sog. Trog- oder Zellen- oder eines Röhren-Apparats rc. vergl. a. a. O. Für kleinere Versuche ist die Säulenform vorzuziehen. Die letzte Zinkplatte derselben giebt freies +E, die letzte Kupferplatte freies −E an die sog. Poldräthe ab, heißt daher auch der Zink- oder +E, oder Sauerstoffpol; der andere hingegen der Kupfer (oder Silber) oder −E, oder Wasserstoffpol. Dräthe welche mit den Polen verbunden wären, ohne sich zu berühren (und mithin ohne die Säule vollkommen zu schließen) wirken nach dem Herausheben, wenn sie statt heterogener Metalle zu Froschpräparaten gebracht werden, als die ungleichartigen Metalle der Kette a und jeder derselben ist daher mit dem E der zugehörig gewesenen Platte geladen; der Zinkpoldrath mit +E, der Kupferpoldrath mit −E. Etwas ähnliches ist bei Ritter's Ladungssäule aus Kupfer- und nassen Pappscheiben gegeben, jedoch wirkt sie zugleich als Säule aus einem festen und zwei feuchten Leitern oder als sog. sekundäre Säule; a. a. O. Je mehr der flüssige Leiter die festen Leiter chemisch angreift, um so größer ist die Wirkung der Säule, aber auch von so kürzerer Dauer. Nur mit Kochsalzlösung haltigen Pappen gebaute Säulen fand ich

nach 12 Monathen noch merklich wirksam. Zu den größten in neuern Zeiten errichteten galv. Batterien gehören die Children'schen, deren eine aus 20 Platten-Paaren, jedes zu 4 Fuß lang und 2 Fuß breit bestand, und die unter anderen heftigen Wirkungen auch einen 18 Zoll langen Platindrath schmolz, während sie am Elektrometer keine Spur frei entströhmenden + E's oder — E's zeigte. Sie bestätigte dadurch, was Ritter zuerst gezeigt hatte, daß die Stärke der chemischen zersetzenden und mischenden Wirkung und der Wirkung auf die Nerven bei gleichen feuchten Leitern wächst, wie die Größe der sich berührenden Metallflächen zunimmt, die Wirkung auf das Elektrometer und die Erzeugung rein elektrischer Funken hingegen (die bei Children's Apparat von 1250 Plattenpaaren erst bei einer Poldrathnäherung auf $^1/_5$ Zoll erschienen), nicht mit der zunehmenden Plattenbreite, sondern nur mit der Vergrößerung der Kettenzahl vermehrt wird. Angenommen, daß die eigentlich galvanische Elektricität eine verlangsamte sei (vergl. S. 387) scheinen in jeder galv. Säule eigentlich zwei Säulen; eine mit zwischen liegenden trocknen Leitern — deren Wirkung mit Lagenzahl zunimmt — und eine mit zwischenliegenden tropfbaren Leitern, deren Wirkung mit Vergrößerung der Cohäsion äusserenden Plattenflächen und Feuchtigkeitsschichten im Verhältniß steht, miteinander zu wirken. Siehe weiter unten.

5) Ueberhaupt ist die Wirkung galv. Säulen auf das Elektrometer nur geringe und mit jener der Elektrisirmaschinen ꝛc. kaum zu vergleichen. Auch ladet nach v. Marum eine Säule die größte elektrische Batterie (von 550 Quadrat Fuß Belegung) durch eine nur einmalige Berührung nicht stärker als jede kleinere Säule. Bis zur Tödtung größerer Thiere durch den Säulenschlag (z. B. indem man den einen Poldrath mit der einen Seite des Schädels oder mit dem einen Ohre, den anderen darauf mit der entgegengesetzten in Verbindung setzte) hat man zur Zeit noch keine Säule verstärkt, wiewohl auch directe Versuche darüber abgehen, obgleich frisch getödtete Thiere schon durch kleine Säulen zu heftigen Erzitterungen und krampfhaften Zuckungen gebracht werden. Die Wirkungen auf sämmtliche Sinnesorgane sind bei jedem der zum Schließen der Kette angewendeten Pole verschieden, und gehen beim Wiederöffnen der Kette in die entgegengesetzten über. Faßt man z. B. mit durch Salzwasser gefeuchteten Händen den Kupferpoldrath an, und berührt dann den Zinkpoldrath mit der Zunge, so erhält man neben einem Schlage (und Leuchten in den Augen) einen stark säuerlichen Metallgeschmack; entfernt man darauf nach einiger Zeit den Zinkpoldrath, so bekommt man beim Wegnehmen desselben einen entschiedenen bittern Metallgeschmack, ähnlich dem, welchen der schließende Kupferpoldrath gegeben haben

würde. Hinsichtlich der bei dergleichen Versuchen, besonders jener welche das Gehörorgan betreffen anzuwendenden Vorsicht und ähnliche physiologische Versuche; s. a. a. O.

6) An einem der Poldräthe aufgehängtes Blattgold, Blattsilber, Stanniol, Tabacksbley, Zinkbleche, feine Platin-Kupfer, Stahl-Zinkdräthe ꝛc. verbrennen durch Berührung des anderen Pols unter lebhaftem (beim Silber grünen, beim Zinn purpurbläulichen, beim Eisen rothen ꝛc.) Lichte. Eisendräthe schmelzen (schweißen) dabei aneinander, Platindräthe kommen zum heftigen Erglühen, und taucht man beide Poldräthe in wenig Wasser, so daß sie nur ein Paar Linien von einander abstehen, so wird das Wasser unter Erhitzung lebhaft in seine Bestandtheile zersetzt, die als Gasschaum sich ausscheiden. Taucht man den Eisen- oder Kupferdrath des — E Pol in mit etwas verdünnter Säure, Salzwasser befeuchtetes Merkur, während der andere Poldrath das Salzwasser ꝛc. berührte, so wird ein Theil des Merkur zu diesem letzteren Drathe hinübergezogen, ein anderer Theil verbindet sich mit seinem Drathe denselben durch und durch amalgamirend. Diejenige Säule ist hinsichtlich der chemischen Wirkung die stärkste, welche in der kürzesten Zeit die größte Menge Wassers zersetzt; über Ritter's aus dem Wasserzersetzungsversuche gefolgerte „chemische Einfachheit des Wassers" a. a. O. Bringt man in eine Glasröhre etwas Merkur und Wasser, nachdem man zuvor das eine Ende derselben mit einem von einem Eisendrath durchbohrten Kork genau verschlossen hatte, neigt dann die Röhre (am besten in einem Stativ) etwas schief, so daß sie von der horizontalen Lage etwa um 5 bis 10 Grad abweicht, leitet in das andere Ende einen zweiten in das Wasser hinabreichenden Eisendrath, und verbindet den ersten der Dräthe mit dem — E Pol, den anderen mit dem + E Pol, so wird allmählig Wasser zersetzt, ohne daß viel Wasserstoffgas an Merkur frei würde, hingegen wird dieses leichter (Wasserstoff haltig? Wie Ritter vermuthet) und ist während des Geschlossenseins der Kette in wechselnder stärkerer und schwächerer Bewegung, entsprechend den von Zeit zu Zeit ungleich starken Anziehungen des Gegenpoldraths; über Ritter's hiernach berechnete auf das große platonische Jahr zurückgeführte Periode der elektrischen Wirksamkeit der Erde und Erman's schöne Versuche über die Zunahme der Adhäsion durch Elektrisirung ꝛc.; a. a. O. Füllt man nach Davy drei kleine Glasbecher, den einen mit Kochsalzlösung, den mittleren mit verdünnter salpetersaurer Silberauflösung, den dritten mit Lackmustinctur, leitet in den ersteren den — E Drath, in den letzteren den + E Drath und verbindet den mittleren mit den beiden äusseren mit Asbeststreifen (oder durch A förmige wasserhaltige Röhrchen) so wird

die Salzsäure des Kochsalzes ohne die Silberauflösung zu trüben (was sie sonst sogleich thut) zur Lackmustinctur herüber gezogen, dieselbe röthend, während das Natron am — E Pol bleibt. Füllt man hiebei das erste Glas nur mit verdünnter Salzsäure, und ersetzt das mittlere durch die Hand, so daß der Daumen in das eine und der kleine Finger in das andere taucht, so geht die Säure allmählig durch die Hand schmerzlos zur Lackmustinctur. Taucht man eine Hand in eine Schüssel mit Wasser, während die andere in eine zweite Schaale mit Wasser gesenkt ist, und in das eine Wasser der + E in das anderere der — E Pol-Drath reicht, so zeigt sich nach einiger Zeit am + E Pole Säure, am — Pol Natron; vergl. m. Vorschlag die Säule zur Durchführung chemisch wirksamer Stoffe durch leidende Organe und zur Ausziehung von Concretionen z. B. der podagraischen, der Blasensteine, des Trübenden der Krystalllinse rc. zu benutzen, m. Einleitung in d. n. Chem. S. 354).

7) Hält man den einen der gleich abgerundeten Poldräthe von der einen, den anderen von der anderen Seite her in eine Talglicht- oder Oellampenflamme, ohne daß die Dräthe sich berühren, so bilden sich an dem + E Pol rundliche, am — E Pol ästige Rußfiguren (Rußdendriten) die einander genähert in der Flamme mit lebhaftem Weislichte, gleich einer kleinen Leuchtkugel verbrennen. Eben so brennt auch Kohle die als Verlängerung des einen Pols dem anderen zur Berührung geboten wird.

8) Auflösungen schwerer Metalle werden auf ähnliche Weise wie bei der einfachen Kette zersetzt, nur sind die am — E Pol gefällten in sog. Metallbäumen mannigfach krystallisirenden Metalle zu längeren und glänzenderen Gebilden angehäuft. Oftmals verbinden sich diese Niederschläge mit Wasserstof, sog. Hydrures oder Hydrogenirte oder Wasserstofmetalle darstellend; z. B. Wasserstoffstibium, Wasserstoftellur; letzteres giebt hiebei auch tropfbaren und gasigen (sauren) Tellurwasserstof. Am + E Pol lagern sich dagegen oftmals Hyperoxyde ab; z. B. stark glänzendes, fast durchscheinbares, bei größerer Anhäufung vollkommen metallisch glänzendes braunes Bleyoxyd, aus der Bleyauflösung; braunes Silberoxyd aus der Silberauflösung rc.; vergl. a. a. O.

9) Legt man ein mäßig feuchtes Stück Aetzkali auf einen Glasteller (oder auf den Fuß eines umgekehrten Kelchglases), führt dann beide Poldräthe (am besten Platindräthe) auf der Oberfläche desselben, sie etwas eindrückend bis ohngefähr auf eine Linie Abstand zu einander, so scheidet sich am — E Drath Kalium in kleinen metallisch glänzende Kügelchen ab. Eben so verhalten sich die übrigen Alkalien mit Ausnahme des Ammoniaks, welches ge-

meinschaftlich mit Merkur der bemerkten Einwirkung preisgegeben, ein stark aufgequollenes Amalgam (?) darstellt. Bringt man in eine Vertiefung des Kali etwas Merkur, so erhält man leicht das Kaliumamalgam (welches sich mit Eisendrath schnell verbindet und demselben stark adhärirt) und auf ähnliche Weise haben Humphry Davy, der Entdecker der Alkali- und Erdmetalle (oder der leichten Metalle), Pontin, Berzelius, Göttling, Seebeck, Ritter u. v. And. auch die meisten Erden in Sauerstofgas und Metall zerlegt, welches letztere mit dem Merkur Amalgam bildete. Auch die Boraxsäure zersetzte Davy auf ähnliche Weise in Boron und Sauerstof. — Den beiden Polen preisgegebene tropfbare Salzsäure zerfällt in Chlor (welches am + E Pol erscheint) und in Wasserstofgas; Hydrojodinsäure in Jod und Wasserstof; verdünnte Salpetersäure theils in Stikgas und Sauerstofgas, theils bildet ihr Stikstof mit dem Wasserstof des Wassers am — E Pol Ammoniak; conc. Schwefelsäure in Sauerstof und Schwefel; Blausäure in Blaustof (Kohlenstikstof) und Wasserstof ꝛc.; a. a. O.

10) Läßt man in der Bem. 6) beschriebenen Röhrenvorrichtung das Wasser weg, so daß die Röhre nur Merkur enthält, und berührt dann die Oberfläche des Merkur mit dem (am Ende plattgeschlagenen) Eisendrath des entgegengesetzten Pol's, so verbrennt etwas Merkur mit grünlichem (das Eisen mit rothem) Lichte und es bilden sich dabei lichtenbergische Figuren; a. a. O. Ueber elektrische Herüberziehung des Wassers von einem Pol zum entgegengesetzten durch Thierblase hindurch; a. a. O.

11) Die Schnelligkeit, mit welcher die Herstellung des elektrischen Gleichgewichts zwischen beiden Polen statt hat, veranlaßte v. Sömmering zu dem Vorschlage der Errichtung elektrischer Telegraphen; Gilberts Ann. XXXIX. 478. Aeltere hieher gehörige Vorschläge; d. Gewerbsfr. II. Ueber Wollaston's Apparat zur Erglühung feinen Platindraths durch eine einfache mit starker Säure bewirkte Kette; m. Experimentalphys. a. a. O. Ueber Children's, Davy's, Gay-Lussac's u. A. Vers. mit sehr großen Säulen und über den Einfluß der umgebenden Gase auf die Säule; ebendas.

12) Erman entdeckte mittelst der galv. Säule eine fünffache Leitungsverschiedenheit mehrerer Leiter (nicht alle sind bis jetzt in dieser Hinsicht geprüft). Es giebt nemlich nach Erman 1stens Nichtleiter, weder beide noch eines oder das andere einzelne E der Pole leitend; 2tens Leiter a) vollkommene, beide E gleich gut leitende und daher die Kette vollkommen schließende; Volta's Leiter 1ster Klasse; b) unvollkommene; Volta's Leiter 2ter

Klasse; c) einpolige Leiter und zwar d) positiv-unipolare, welche nur das + E leiten z. B. Weingeistflamme, Aetherflamme, Oelflamme, desgleichen die Flammen des Bernsteins, Kamphers, Harzes, Wachses, Talgs und des reinen Wasserstofgases. Reine Schwefelflamme isolirt; Schwefelfadenflamme leitet positiv unipolar; 3tens negativ-unipolare L., nur — E leitende: Phosphorflamme, trocknes Eyweiß und feste alkalische Seife. Gilberts Ann. X. 1. XI. 143. u. XXII. 14. Abweichende Ergebnisse will Delezennes erhalten haben; Journ. de Phys. XXXII. 459.

13) Der Franklinschen Ansicht gemäß nimmt Volta an: 1) daß die Berührung der ungleichartigen Leiter 1ster Klasse das vorhandene E ungleich vertheile, so daß (vermöge grösserer Anziehung) Zink mehr E erhält, als seine natürliche Menge beträgt, Kupfer dagegen einen Theil seines E verliert; 2) daß der flüßige Leiter nur leite, hierin aber, nach und nach durch Oxydation des Metalls und Auflösung des entstandenen Oxyds geschwächt werde, bis er den Nichtleitern ähnlich wirke; 3) daß in jedem Plattenpaare dieselbe elektrische Vertheilung zu Stande komme; und 4) daß das in dem ersten Plattenpaare frei gewordene E dem nächsten, und so fort die Summe der überflüßig angehäuften E der letzten Zinkplatte zugeleitet werde, wonach die Stärke der elektrischen Spannung von der untersten Kupferplatte bis zur obersten Zinkplatte für jede einfache Kette (oder für jedes Element der Säule) im einfachen, die Summe der E, oder die Ladung welche den folgenden Ketten und endlich der letzten Kette durch alle vorhergehenden Ketten zu Theil wird, hingegen im Verhältniß des Quadraths der Zahl der Kette (vom Kupferpol an gezählt) zunimmt. Vergl. auch Cap. VI, a. a. O. Nach H. Davy hat das Zink mehr Anziehung zum + E, das Kupfer zum — E; Berührung beider Metalle erhöht beide der Anziehungen. Kommt ein feuchter Leiter hinzu, so wirkt die ihm nächste Platte auf das E desselben vertheilend, und mehrt dadurch die Spannung für das nächste Paar, so daß die Spannungsgröße der Zahl der einfachen Ketten, und die Capacität der Größe der Oberflächen der Plattenpaare proportional ist. Das am Zink erregte + E erhöht dessen Anziehung zum — E werthigen Sauerstoff und das am Kupfer angesammelte — E die zum Wasserstof, daher Zersetzung des feuchten Leiters in der Säule. Uns scheint Folgendes den Gang der Elektricitätserregung in der Säule am einfachsten zu bezeichnen: es bedeute Z Zink, K Kupfer und W Wasser, so werden die am inneren K und inneren Z einströhmenden entgegengesetzten E zu O vereint und dadurch am äusseren Z + E und am äusseren K — E frei (ungebunden) und nur auf den entsprechenden Platten angehäuft, weil diese überhaupt anziehend (auf das eine wie auf das andere E) wirkt.



Je besser W leitet, um so schneller wird das — E und + E der Innenplatten zu O E vereint, um so mehr häuft sich + E am äussern Z und — E am äussern K an, da Z und K durch ihre Berührung immer an + E und — E nacherzeugen, was nach Ihnen zu für jedes Paar einseitig verlohren gieng, und es wird dieser Proceß dann noch mehr beschleunigt, wenn zugleich das W durch die Berührung der Ungleichartigen selbst entgegengesetzt elektrisirt erscheint. In dem Augenblicke aber, wo das innere K und das innere Z ihre E im W zu O E einen, sind sie selber unfähig das dem inneren K gegenüber und dem innern Z gegenüber in W erzeugte + E und — E in O E zu verkehren, es wird daher das im W erregte + E (welches des Erregungsortes wegen ein von der Tropfenziehung getroffenes und schon dadurch verlangsamtes, vielleicht durch Aufnahme von etwas W, oder von etwas Wasserstof noch mehr modificirtes E ist) mittelst des K zum äussersten Z übergehen, und sich zu dessen reinen und unverlangsamten + E gesellen; dasselbe wird mit den in W gegenüber dem inneren Z erregten (vielleicht mit etwas Wasser oder mit etwas Sauerstof vereinten) — E für das äusserste K der Fall seyn. Je reicher W an Salz oder Säure d. i. an einem chemisch zusammengesetzten ist, das als solches ungleich gezogene gebundene Wärmemengen enthält, um so mehr + E und — E wird in ihm gebildet, und als galvanische Elektricität der reinen Berührungs-Elektricität trockner Leiter zugemischt. Säulen ohne tropfbares W werden mit ihrem W nur O E bilden und daher als Erreger unveränderter E hinsichtlich der Mengen der E beider Pole zunehmen, nach dem von Volta entwickelten Gesetze; hieher gehören die sog. trocknen Säulen, die nur dann chemisch zu wirken scheinen, wenn ihre großflächigen Metallpapier-Paare neben trocknem W, mehr oder weniger feuchtendes angezogen haben. Im Amsterdammer Versuch (S. 382) wird mehr oder weniger reines + E und — E in galvanisches verändert, nöthigt man das + E einer trocknen Säule, bevor es in die Wirkungssphäre des — E derselben Säule gelangt, durch mit Wasser gefüllte Haarröhrchen zu gehen, und verfährt man mit dem — E derselben Säule auf ähnliche Weise, so scheinen beide um so leichter zu chemischen Zersetzungen geeignet zu seyn; s. Cap. VI, a. a. O. Ebendaselbst Würdigung der Meinung, welche die E der Säule vom Oxydationsproceß ableitet, deren letzte Quelle vielleicht die zur bestimmten chemischen Gegenziehung gebrachte, und dadurch wesentlich veränderte Wärme ist? Vergl. S. 354.

§. 152.

Um die Oxydation in der Säule (durch deren Fortgang dieselbe bald ganz unwirksam wird) möglichst zu verhüten, verfiel man schon früher darauf Säulen mit trocknen Zwischenleitern zusammenzusetzen (vergl. Cap. VI. a. a. O.). Die gelungensten hieher gehörigen Versuche stellten Behrens und späterhin de Luc und Zamboni an, und erfanden auf diesem Wege Säulen, welche an ihren Endplatten ununterbrochen die entgegengesetzten E anhäufen machten. Spätere Beobachtungen lehrten, daß diese Anhäufungen zunahmen, wenn die Luft reich an Elektricität ist, sich hingegen minderten, wenn die Luftelektricität geringer wurde, oder, was dasselbe sagen will, wenn sich die Capacität der Luft für E vergrößerte. Hierdurch wurde die trockne Säule metereologisches Instrument, und als solches neulich vorzüglich durch v. Yelin zur Bestimmung des periodischen Wechsels der Luftelektricität in Gebrauch genommen; vergl. a. a. O. Cap. V. 513 u. f. und Cap. VI.

Bem. 1) Man verfertigt nach Zamboni trockne Säulen am Besten, indem man feines sog. Silberpapier auf der nichtmetallischen Seite mit einer mäßig starken Lösung von schwefelsaurem Zink in Wasser bestreicht, es an der Sonne trocknet, dann fein gepulvertes schwarzes Manganoxyd darauf einreibt, es in gleichgroße Scheiben zerschneidet, diese auf einen trocknen, durch die Mitte aller Scheiben gehenden seidenen Faden aufreihet und eine Rolle von etwa 2000 solcher Scheiben (deren jede einzelne ein Element der Säule bildet) von $^1/_2$ bis $^3/_4$ Zoll Querdurchmesser in eine trockne Glasröhre einkittet. Zwei solcher Röhren werden dann auf einem mit Stellschrauben versehenem lackirten Brette so neben einander senkrecht gestellt, daß ihre ungleichnamigen Pole oben gegen 4 Zoll von einander abstehen. Zwischen beiden bringt Zamboni ein nur wenig über seinen Schwerpunkt aufgehangenes Pendel an, und stellt so ein durch die sich nach und nach ununterbrochen erneuerenden E fortdauerend bewegtes Pendel oder sog. Perpetuum mobile dar.

2) de Luc benutzte die trockne Säule zuerst als metereologisches Instrument und schon im Frühsommer 1814 sah ich in London bei einem Mechanikus ein sog. Perpet. mob. in Form eines Glockenspiels. Späterhin verbanden Ramis in München und Buzengeiger in Tübingen Pendel mit Uhrwerken, die elektrische Anziehung und Abstoßung als mechanisches sich stets erneuerndes Bewegungsmittel benutzend. Zu gewöhnlichen Versuchen reicht ein Pen-

del aus einer vergoldeten, mit Schellackfirniß überzogenen, an einem seidenen Faden hängenden Korkkugel hin; Jäger benutzte eine mit Siegellack überzogene Glasröhre zu Pendeln der Art, indem er sie unten mit einer metallenen Linse verband. Derselbe Physiker errichtete trockene Säulen, indem er sog. Gold- und Silberpapier mit den unmetallischen Seiten auf einander leimte, und dann in Scheiben zerschnitt; rc. Die größte Wirkung geben Lagen von fein gewalztem Zink, Blattsilber oder Blattgold und trocknem Papier. Absolut trocknes, d. i. wasserfreies Papier, isolirt in solchem Maaße, daß die elektr. Wirkung der Säule = O wird; Parrot in Gilbert's Ann. LV. 220; Zamboni ebendas. LX. 153.

3) Zamboni errichtete auch sog. zweielementige Säulen (S. 390) aus Zinkblättchen (oder statt dessen Silberpapier rc.) und dieselben ungleich berührendes Wasser a. a. O. LX. 151; indessen ist die Wirkung dieser Säulen nur schwach.

4) Großflächige sog. trockne Säulen stellten Jäger und Ebersbach dar, und erhielten mittelst derselben merkliche chemische Zersetzungen und elektrische Funken, die unter andern Leidner Flaschen nach und nach, mit abnehmender Geschwindigkeit luden. Ueber mehrere hieher gehörige Vers. vergl. m. Experimentalphysik a. a. O. Ueber eigentlich thierische Elektricität, über die sog. Wasser- und Metallfühler und Wünschelruth-Versuche, über thierische Elektrometrie und über den Antheil der Elektricität an den Phänomenen des sog. thierischen Magnetismus, Siderismus und Perkinismus ebendas.

5) Die Gewitterfurcht, die ähnliche Furcht der Hausthiere vor eintretenden vulkanischen Explosionen und Erdbeben rc. zeigen, daß höhere Organismen auch im gesunden Zustande den Unterschied des Mehr oder Weniger der Luftelektricität zu empfinden vermögen; kleine Unterschiede der Art gehen jedoch an gesunden Menschen und Thieren unempfunden vorüber.

§. 153.

Lufterscheinungen, bei welchen die Elektricität nicht nur ein Hauptwirksames ist, sondern auch als vorwaltende Potenz sinnlich wahrnehmbar wird, nennen wir Elektrometeore; es gehören dahin das Gewitter oder Donnerwetter, das Wetterleuchten, das St. Elms- oder Helenen-Feuer (von den Alten auch Castor nnd Pollux genannt) die Wind- und Wassertromben (S. 257) und wahrscheinlich auch die Sternschnuppen, Feuerkugeln und Polarlichter (Nord-

und Südlichter). Hingegen scheinen die Irrlichter oder Irwische nur aufsteigenden selbst entzündlichen Gasen ihr Entstehen zu verdanken. Ob Erdbeben und vulkanische Eruptionen zum Theil elektrisch bedingt sind, ist zweifelhaft.

Bem. 1) Ausser der trocknen Säule bestimmt man die verhältnißmäßige Menge der vorhandenen gewöhnlich + E seienden Luftelectricität, mittelst der Luftelectrometer (S. 370) und entzieht man, auf das Einsaugungsvermögen spitzer Leiter gestützt, den Gewitterwolken ihr E durch die Blitzableiter. Es ist derselbe Forscher, Franklin, der, während er die „Harmonika" ins Leben rief, jene Vorrichtung erfand (oder vielleicht nur wieder erfand) durch welche man die elektrische Gewalt des donnernden Himmels zu zügeln und zu sänftigen versucht.

2) Um ein anschauliches Bild von der Wirkung der Blitzableiter auf elektrisirte Wolken zu geben, hängt man an den Leiter der Maschine einen leinenen Faden auf, dessen unteres Ende durch eine Baumwollflocke beschwert ist, elektrisire dann den Conductor, und nähere der Flocke einen abgerundeten Leiter; sie wird angezogen und es bricht ein Funke aus (der sich schlängelt, wenn zur Seite in beträchtlicher Ferne leitende Spitzen zugegen sind). Nähert man hingegen der Flocke eine metallene Spitze, so entladet sich die Flocke zur Spitze sich neigend unsichtbar, kehrt dann zum Leiter zurück, ladet sich hier wieder, bewegt sich entladend wiederum zur Spitze und so fort. Mehrere mit dergleichen Flocken versehene vom Conductor herabhängende ungleich lange Fäden, legen ihre Flocken nach und nach eine auf die andere; auf ähnliche Weise lagern sich auch die unteren Theile der Gewitterwolken, welche bereits durch den Blitzableiter entladen wurden, sich dem oberen noch elektrisirten Gewölke nähernd. Bei allen stangenförmigen (durch Kupferüberzug gegen Oxydation zu schützenden) oder aus breiten Blechen, oder aus metallenen Drathseilen zusammengesetzten Blitzableitern, muß die Verbindung mit dem Erdboden vollkommen leitend seyn, müßen die Stangen, Dräthe ꝛc. selbst ununterbrochen leiten, was nur im vollkommen unoxydirten Zustande ihrer Oberflächen der Fall ist, und darf die Verbindung der Stangen ꝛc. mit den Gebäuden durchaus nicht leiten, sondern muß durch Pech, Harz ꝛc. gegen die unmittelbare Berührung des Gebäudes geschützt seyn; vergl. d. Gewerbsfr. IV. B. — Entfernung von guten Leitern der Elektricität, besonders von solchen die zugleich Spitzenwirkung üben z. B. Bäumen, Thürmen ꝛc., Vermeidung der Erzeugung dieser Leitung z. B. durch Kaminfeuer, schützt neben dem Blitzableiter gegen persönliche Gefah

vom Blitze erschlagen zu werden. Da klingende Metalle selbst elektrisch werden (wenigstens theilweise; m. Einleit. in d. n. Chem. S. 105), so kann Glockengeläute beim Gewitter nicht füglich schaden, aber auch ebensowenig nützen. — Aus der Zeit, die zwischen Blitz und Donner verstreicht, läßt sich die Entfernung des Gewitters einigermaaßen schätzen; S. 96.

3) Wir unterscheiden Luft- Regen- oder Schnee- und Schlossen- oder Hagelgewitter. Die dunkelen Wolken der letzteren gehen gewöhnlich sehr niedrig (S. 257), sind häufig von Blitz und Donner begleitet, beginnen ihre Entladung öfters mit Platzregen und endigen dann mit Hagelschlag und treten demnach oft in Folge gewöhnlicher Regengewitter ein. Klein scheinende Wolken senden oftmals große Eismassen herab. Einigen Einfluß auf die Hagelbildung scheinen die beim Gewitter entstehenden Winde zu haben. Vielleicht kommt es vorzüglich dann zur Hagelbildung, wenn —E habende Wolken, von der wärmeren +E haltenden unteren Luft zur Entladung gebracht werden? das Geprassel der Hagelwetter erklärt man gewöhnlich aus dem Aneinanderschlagen der Hagelkörner. Diese dürften ursprünglich Regentropfen sein, die durch entströhmendes —E zur schnellen theilweisen Verdampfung kommen. Die meisten Hagelkörner ähneln in sofern den negativ elektrischen Lichtenbergischen Figuren, als sie aus concentrischen, einen Kern einschließenden Hüllen bestehen; der Schnee bietet dagegen gewöhnlich Merkzeichen der positiv elektrischen Figuren dar. In Ungarn soll vor mehreren Jahren ein 11 Centner wiegendes Eisstück zur Erde gekommen sein; Gilbert's Ann. XVI. 75. Nur in wärmeren Jahreszeiten und gewöhnlich nur zur Tageszeit hagelt es; offenbar hat also wohl die durch Sonnenlicht positiv elektrisirte Luft auf die Hagelbildung Einfluß. Was der Hagel (Graupen, Schloßen) beim Hagelwetter sind, stellen die Platzregen bei den Gewittern dar. Gewitter-Regenwasser ist häufig noch sehr elektrisch und soll bei der Destillation die Retorten zerschlagen. Schnee ist gewöhnlich stark positiv elektrisch. Verdampfende Materien werden nach Volta häufig —E haltig.

4) Gewitter bilden sich im gemäßigten Clima gewöhnlich nur nach anhaltend warmer Witterung; Gewitter im Winter nach strenger (Luft trocknender) Kälte gehören zu den Seltenheiten. Jedem Gewitter geht sog. schwüle Luft und starke Luftelektricität voran, weshalb auch in solchen Zeiten die zamboni'schen Säulen und Elektrisirmaschinen sehr stark wirken. Die Trübung des Himmels erfolgt gewöhnlich nur zuvörderst an einigen, sei es durch Wasser- oder Spitzenbedeckung (Bäume rc.) stark leitenden Orten, bei windstiller Luft. Die Trübung nimmt mit dem beginnenden wäßrigen Niederschlage zu und überzieht endlich den ganzen Horizont. Flüsse

hemmten häufig die Fortbewegung und Fortbildung der Gewitterwolken; ebenso mäßig hohe, Feuchtigkeit anziehende Berge z. B. Basaltkuppen. Nach der vermehrten Trübung erheben sich Stürme bei geringem wäßrigen Niederschlage oftmals in Wirbelwinde und Luftgewitter d. h. Orkane übergehend. Die wenigsten Blitze schlagen zur Erde nieder; die meisten zu den benachbarten Wolken hinüber. Das sog. Wetterleuchten ist häufig nur von Wolken reflectirtes Blitzlicht ferner unter dem Horizont befindlicher Gewitter; manchmal scheint es jedoch auch in der durch geringere Isolation der Luft begünstigten Zuströhmung der Elektricität höherer Regionen zur Erde seinen Ursprung zu haben; vorzüglich wenn die Luft zur Abendzeit feuchter und leitender geworden ist.

5) Die Entstehung der Gewitter setzt stets voraus, daß die niedere Luft isolire, und scheint ihren Grund theils in der erregenden Wirkung der Elektricität, theils in jener des Sonnen-Lichtes zu haben, welche in höheren Regionen zu Stande kommt, wenn die Verdunstung gasiges Hochwasser bis zur Dunstbläschenbildung abkühlt, und die untere Luft noch durch stralende Erdwärme an der Niederschlagung des Dunstes verhindert wird. Der Blitz von minder elektrischen Dunstbläschenmassen (oder der von der entgegengesetzt elektrischen Erdoberfläche ausgezogene elektrische Funken) dürfte zum Theil wäßrigen Niederschlag dadurch bewirken, daß er plötzlich Luftmassen ausdehnt und dadurch deren Druckgewalt gegen das gasige Wasser so erhöht, daß dieses durch Compression zur Tropfenbildung gelangt. Chemische Erzeugung des Wassers aus zuvor durch die Elektricitäten ungleichnamiger geladener Wolken zersetzten Wassers, findet vielleicht nur dann statt, wenn sich zugleich in oberen und niedreren Regionen Gewitterwolken bilden. Im September 1812 stand ich auf dem Brocken zwischen zwei Gewittern, einem niederen, sich durch Platzregen entladenden, und einem Hochgewitter, dessen knitterndes Donnern von ununterbrochenem, urplötzlich eintretenden sehr kaltem Regenniederschlag begleitet war. Auch dürfte bei schon gebildeten Wolken-Elektricität durch Berührung ungleichartiger Leiter erzeugt werden; vergl. S. 257.

6) Volta's Bemerk. über periodische Wiederkehr der Gewitter und den kalten, sehr trocknen Wind vor Hagelwettern; Gilbert's Ann. LVII. 341 u. f. Ueber Schwefelgeruch beim Gewitter ebendas. LIX. 317. Verflüchtigung des Goldes durch einen Blitz und Absetzung desselben an Bley; LVIII. 102. Ueber Entstehung des durch Blitz zusammengesinterten Sandes oder sog. Blitzröhren Fiedler ebend. LV. 121 ff. Benutzung des Blitzes zum Felsensprengen; im. Experimentalphys. Cap. V. und zu electrisch-chemischen Versuchen; ebendas.

7) Das St. Elmsfeuer ähnelt elektrischen Funkenbüscheln, zeigt sich nur an eckigen, kantigen und spitzen Körperoberflächen (z. B. als Fackeln oder Flämmchen an den Schiffsmasten an, den Haaren der Pferde ꝛc., an den im Lager aufgepflanzten Speeren römischer und den Lanzen jetziger Soldaten, und dürfte das Phänomen eines reicheren der Erde entströhmenden + E sein.

8) Wenn sich bei starker Luftelectricität eine einzelne Gewitterwolke bei zunehmender elektrischer Ladung ausdehnend zur Erde herabsenkt, während sie (vorzüglich durch einzelnen Flocken entströhmendes E, nach der Art des elektrischen Flugrades) um ihre Axe gedreht wird, so zieht sie leichte Körper an, dieselben umwirbelnd und dadurch im Innern einzelne Blitze schleudernd, und bewegt sich, der Erdoberfläche adhärirend und dem Zuge der leitenden Erde und besonders überschwebender Wolken folgend, oftmals mit furchtbarer, bis zum Toben des Orkans steigender Geschwindigkeit, Bäume entwurzelnd, Vögel zerreißend, Hütten fortschiebend, Häuser zertrümmernd, staubbeladen über der Erdoberfläche weg, und stellt so eine Windhose oder Staubtrombe dar. Auf dem Meere bilden ähnliche Wolken, Wasser und selbst Fahrzeuge hinaufziehend, die sog. Wasserhosen oder Wassertromben. Vergl. S. 257. Mehr oder weniger wirkt jede sich senkende Gewitterwolke wirbelnd. — Manche der schädlichen Winde z. B. der Samum, Harmattan, Chamsin, Sirocco sind stark elektrisch; vergl. v. Lindenau in d. monat. Correspondenz ꝛc. XIII. — Leclat in Gilb. Ann. LVIII. 207.

9) Die Sternschnuppen, deren zuweilen sehr viele in einer heiteren Nacht gesehen werden, scheinen an der Erde vorüber und sehr hoch gehende Feuerkugeln zu seyn. Benzenberg's u. Brandis correspondirenden Beob. zufolge, weichen die Entfernungen der beobachteten Sternschuppen zwischen 8 bis 34 geograph. Meilen ab. Die Feuerkugeln sind entweder ruhig vorübergehend oder explodirend; zu den ersteren gehören die fliegenden Drachen, zu den letzteren die Stein- und sog. Papierregen (S. 174) und die Metallsalze (Kobalt- ꝛc. Salze) haltigen Regen; Gilberts Ann. LV. 99, und ebendas. Jahrg. 1820 und Chladni: Ueber Feuermeteore und üb. die mit denselben herabgefallenen Massen, nebst 10 Steindruck-Tafeln und deren Erklär. von C. v. Schreibers, Wien 1820. 8vo. Einige neuere Mineralogen halten Trappgebirge und Meteorsteine hinsichtlich ihrer Entstehung für übereinstimmend; wirklich scheinen die meisten Meteorsteine rücksichtlich der Zusammensetzung den Gebirgsarten mehr als einfachen Gesteinen zu ähneln. Ritter glaubte ein periodisches Erscheinen der Feuerkugeln und Polarlichter nachweisen zu können; meine Experimentalphys. Cap. VI. Die letzteren, unter denen in unseren

Gegenden die Nordlichter oder Nordscheine (in neueren Zeiten seltener) gesehen werden, dienen in den Polargegenden zur Erhellung der langen Nächte. Sie gehören zu den schönsten höchst wahrscheinlich elektrischen Phänomenen, und dürften vielleicht Erzeugniße der den magnetischen Erdpolen periodisch entstrahlenden, in den höchsten Regionen der Erdatmosphäre von beiden Polen zusammentreffenden Erdelektricitäten seyn?

10) Die Irrlichter scheinen selbstentzündlichen Phosphorwasserstoff zu enthalten.

11) Gewöhnlich hält man Entzündung brennbarer Gebirgsmassen, Erhitzung der Schwefelkiese durch Wasser ꝛc. für das Bedingende der vulkanischen Ausbrüche, der Erdbeben und Erdstöße; indeß hat die Erdelektricität sowohl im Allgemeinen als auch die galvanisch bedingte der vulkanischen Gebirgsmassen und die des Wassers, ohne Zweifel großen Antheil an diesen gewaltigen Naturerscheinungen. Das Meer (besonders das Indische) scheint rücksichtlich der Anzahl der Vulkane dem festen Lande nicht nachzustehen. Erhebungen und Versenkungen von Inseln, gehören zu den ungewöhnlichen, die Entstehung der Mineralquellen (z. B. der längs den beiden Rheinufer gegebenen) vielleicht zu den gewöhnlicheren Erzeugnißen der chemischen Wirkung vulkanischer Massen auf eindringendes Wasser? Manche Vulkane (Amerika's) werfen Schlamm und todte Fische aus. — Die Lava ist, wo sie vorkommt, als der geschmolzene Auswurf thätig gewesener Vulkane zu betrachten; die vulkanische Asche verdankt wahrscheinlich der Mitwirkung der Wasserdämpfe ihre Entstehung. — Die große Verbreitung der Erdbeben zeugt von der nicht minder großen elektrischen Leitung im Innern der Erdrinde. Vergl. m. Experimentalphys. Cap. XII.

12) Die Erdvulkane zeigen ihre explodirende Wirksamkeit nur, sofern sie mit mehr oder weniger beträchtlichen Wassermassen in Verbindung stehen; wie verhalten sich in dieser Hinsicht die Mondvulkane, (ferner die der Venus, des Merkur, der Sonne)? Oder was ersetzt den Mondvulkanen das zur Auswurfsgewalt, wie es scheint, nothwendige Wasser, da die uns zugewendete Mondoberfläche höchst wahrscheinlich sehr arm an Wasser ist? Vergl. S. 181.

Siebentes Kapitel.

Von dem Chemismus.

§. 154.

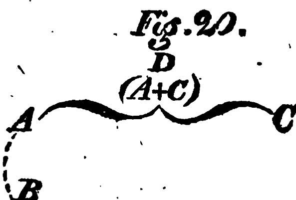
Denen in §. 27 bis §. 33 und §. 151 u. f. entwickelten Gesetzen zu Folge, können alle Chemischwirksame betrachtet werden als gewichtige Vertreter des einen oder das anderen E. Nur bei zwei Grundstoffen, dem Sauerstoffe und dem Wasserstoffe ist der elektrische Vertretungswerth stets derselbe, indem der erstere stets mit dem Werthe des —E, der letztere mit dem des +E wirkt, bei allen übrigen Stoffen, Gemischen und zusammengesetzteren Verbindungen hingegen, ist der elektrische Vertretungswerth zunächst abhängig von der Natur des Berührenden. So ist z. B. der Stikstoff gegen den Sauerstoff in der Salpetersäure als brennbare, das +E vertretende, hingegen gegen den Wasserstoff im Ammoniak als verbrennende, —E werthige Materie zugegen; so der Schwefel in der Schwefelsäure als positiv elektrisch wirkende, im Schwefelwasserstoff hingegen als negativ elektrisch wirksame Substanz.

Bem. 1) Es läßt dieses Verhalten aller nicht Wasserbestandtheil seienden Grundstoffe vermuthen, daß nur Sauerstoff und Wasserstoff chemisch einfach, alle übrigen Stoffe hingegen sehr innige Gemische sind, deren Zersetzung wohl nur von denen in hinreichender Menge einströhmenden E, in Verbindung mit Licht und Wärme zu erwarten seyn dürfte; m. Einleit. in d. n. Chem. S. 509.

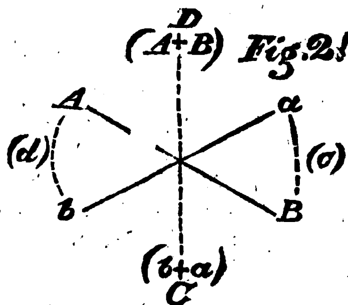
2) Da bei jeder Mischung die Berührung der Ungleichartigen nothwendig Störung des elektrischen Gleichgewichts bewirken muß, und

da die galvanischen Versuche zeigen, daß sich alle Chemischwirksame dem Zuge der E unterordnen, auch wirkliches Verflüchtigen einzelner Stoffe durch das eine oder andere E statt haben kann (z. B. einzelner Metalle, vergl. S. 402; des Schwefels z. B. bei Uebereinanderschichtungen von Metall und Schwefel; vergl. Zimmermann's Vers. im Berlin. Jahrb. für die Pharmacie. 18ter Jahrg. S. 208 Anm. ꝛc.) so dürfen wir annehmen a) daß das Ineinanderbewegen der Sich-Mischenden zunächst vermittelt wird, durch den Gegenzug der Elektricitäten beider Berührungsflächen, und b) daß bis zur Vereinigung der Mischbaren das E jeder einzelnen Gegenfläche durch ein entgegengesetztes E der Innensubstanz derselben Materie in Spannung gehalten ist; z. B. verbrennender Schwefel ist auf der dem Sauerstof preisgegegenen Berührungsfläche + E werthig; im Innern hingegen — E werthig, so lange bis das — E der Sauerstofberührungsfläche mit dem + E der Schwefelfläche, sammt seinen gewichtigen Trägern in einem Punkte zusammentrifft. Bei allen Mischungen der Grundstoffe unter sich, scheinen die E der inneren Substanz nebeneinander fortzubestehen, ohne in O E übergegangen zu seyn; d. h. bleibt ein innerlich entgegengesetzter, die Zersetzung möglich machender, elektrischer Zustand zurück, während dieser bei den einzelnen, unvermischten Grundstoffen selbst vollkommen erloschen ist, und bei ihrer beabsichteten, bis jetzt unerreicht gebliebenen Zersetzung erst wieder erweckt werden müßte? Vergl. m. Einleit. in d. n. Chem. 3ter Abschn.

3) Die ausübende Chemie bewirkt als Mischungs- und Scheidekunst, die Zersetzungen aller Gemische und Verbindungen entweder nur mittelst der Imponderabilien, vorzüglich mittelst beider E (reine Zersetzung, oder Zerlegung ohne neue Verbindungen der Gewichtigen mit Gewichtigen) oder durch den einseitigen oder wechselseitigen Gegenzug der gewichtigen Vertreter des einen oder anderen E. Zur einseitigen Zersetzung gehören alle Fälle der Zersetzung durch sog. „einfache Wahlverwandtschaft", zur wechselseitigen, jene der sog. „doppelten Wahlverwandtschaft" S. 64 u. f. Zur Erläuterung beider Fälle mögen nachstehende Schemate dienen:



In Fig. 20 sey A B das einseitig zu zersetzende Gemisch, C die zersetzende Materie; letztere eint sich in Folge eines elektrischen Gegenzuges gegen A, welcher jenen von B gegen A übertrift, unterstützt durch Fluidität, Cohärenz wältigende Wärme, und gemäß einer (aus der elektrischen Wirkungsstärke zunächst der Dichte proportionalen) Ziehgewalt, welche durch den stöchiometrischen Werth (S. 54 u. f.) ausgedrückt wird, mit A zu dem neuen Gemische D, während B als mit C von ähnlichem, aber schwächerem elektrischen Wirkungswerth ausgeschieden (abgestoßen) wird. Streng genommen dürfte indeß in keinem Falle B rein ausgeschieden werden, sondern, wenn es auch nicht noch gewichtige Beimischungen zurückbehält, so bekommt es doch ohne Zweifel aus C soviel von dessen gebundenen Wärme, als aus demselben geschieden werden mußte, um A, statt der Wärme aufzunehmen. Häufig bewirkt dieser Zutritt der Wärme zu B tropfbare oder gasige Flüssigkeit, und wenn dabei für A + C der Wärmeverlust nicht so beträchtlich ist, daß die ursprüngliche, nun zur freieren Entwickelung gekommene Cohärenz, D starr oder schwerlöslich erscheinen läßt, so bleibt alles flüssig und alles vereint.



Bei Fig. 21 bewirkt der Wärmeaustausch von d und c entweder für A + B = D, oder für b + a = C größere Cohärenz und Schwerlöslichkeit, als diese in A + b und in a + B gegeben war. Das zersetzende (und zu Gunsten eines Dritten Wärme ausscheidende Wirken selbst, beginnt jedoch auch hier durch die Ungleichheit der elektrischen Gegenwirkung. Z. B. gelbes Eisenoxyd (z. E. ein sog. Rostfleck in der Leinwand) werde mit Schwefel-Wasserstoffsäure in Berührung gebracht; die gegenseitige Elektrisirung führt zunächst den Sauerstoff des Oxyds mit dem Wasserstoff der Säure zu Wasser zusammen, welches mittelst der entlassen werdenden Wärme des Wasserstoffs tropfbar wird (während es ohne diese Wärme als Eis erscheinen müßte) Eisen und Schwefel einen sich zu schwarzem (durch verdünnte Säuren zersetzbarem, auflöslichem und auf

diesem Wege aus der Leinwand entfernbarem) Schwefel-Eisen. (Ueber den Einfluß der Dichte der Chemischwirksamen, s. S. 337).

4) Am besten werden obige Schemate erläutert durch den Gebrauch der sog. Reagentien (S. 48—53). Vergl. Trommsdorf's Anleit. zur Bereitung der chemischen Reagentien, 3te Auflage, Schulze Montanus: Die Reagentien, 3te Aufl. und Thenard's Anleit. zur chemischen Analyse, a. d. Französ. von Trommsdorf. Erfurt 1817. 8vo.

5) Mehrere Chemiker nehmen auch eine sog. anhäufende Verwandschaft der Gleichartigen an, und rechnen hieher insbesondere die Phänomene der Krystallisation S. 37. Da aber Mischen und Anhäufen in der That wesentlich verschiedene Wirkungen sind, und da beim letzteren, einen dem Magnetismus ähnelnde Ziehung das Bestimmende zu seyn scheint (S. 361), während das Mischen als ein durchgängiges Aufheben aller Ziehungs-Entgegengesetztheit zu betrachten steht, so ist es zweckmäßiger, nur das Eigenthümliche des mischenden oder chemischen Wirkens durch den Ausdruck chemische Verwandschaft zu bezeichnen, und damit die chemische Anziehung von den übrigen Anziehungen zu unterscheiden.

§. 155.

Die Eigenthümlichkeit der Grundstoffe, ihrer Gemische und ihrer einfacheren und zusammengesetzteren Verbindungen, bezeugen theils ihre phys. Beschaffenheiten, vgl. 3tes, 4tes, 5tes und 6tes Kap. so wie die Einl. S. 38—39, theils ihr besonderes Mischungs-Verhalten. Zur Erläuterung des letztern heben wir in den nachfolgenden Uebersichten die auffallendern chemischen Kennzeichen der Grundstoffe und ihrer Hauptgemische, so wie die der selbstständigen Bildungstheile organischer Körper aus.

1) Uebersicht der chem. Kennzeichen der Grundstoffe und ihrer Hauptverbindungen:

Namen der Grundstoffe	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
1) Sauerstoff. (Syn. Stoff der Le-	Chemisch rein durch Glühen des chlorsauren Kali; minder rein durch Glühen des	Gasig, farblos, ohne Geruch u. Geschmack, vollkommen durchsichtig, (über Wasser aufbewahrbar). (Mit Wasser ver-	Als Gas mit dem Wasser weni mischbar. Gasförmig, athmungs fähig. Bei der gewöhnlichen Dich die meisten der übrigen, darin zu vor erglühten, Grundstoffe unte lebhafter Licht- (und Wärme- Entwickelung verbren

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
bens oder Feuers od. der dephlogistisirten Luft).	Salpeters oder des Braunsteins; desgleichen durch Sieden der Hyperoxyde mit conc. Schwefelsäure.	bindet sich der Sauerstoff sowohl zur tropfbaren, schmacklosen Flüssigkeit, als auch zur festen eisartigen Substanz; m. Syst. d. Chem. 2te Abth.) (Anm. Einungen eines Brennbaren mit wenig Sauerstoff, nennt man Suboxyde und Oxydule).	nend, und damit entweder Oxyde, oder Hyperoxyde oder Sauerstoffsäuren zusammensetzend. (Verbrennen der mit etwas glimmendem, im Sauerstoffgase sich entflammenden Zündschwamm zum Erglühen gebrachten Stahlfeder, des bis zum Schmelzen erhitzten Phosphors und Schwefels, ꝛc.) Die Wiederentziehung des durch Verbrennung (Oxydation) zugekommenen Sauerstoffs, nennt man bei Metallen die Wiederherstellung oder Reduction, und im Allgemeinen die Desoxydation oder Entbrennung.
2) Wasserstoff (Syn. Stoff der brennbaren Luft)	Auflösen der Zink- oder Eisenfeile in verdünnte Schwefelsäure; Durchtreiben der Wasserdämpfe, durch ei. glühenden, in der Mitte mit eisernen Nägeln gefüllten Flintenlauf.	Sehr leichtes Gas. Als solches farblos, geschmacklos und wenn es ganz rein ist (z. B. das galvanisch bereitete) auch geruchlos; vollkommen durchsichtig (über Wasser aufbewahrbar, mit Wasser zur tropfbaren schmacklosen Flüssigkeiten einbar).	Im Wasser wenig löslich. Nicht athembar. Wird 1 Vol. mit 2½ Vol. atmosphärischer Luft oder mit gleichen Vol. Sauerstofgas gemischt und angezündet, so explodirt das mit größter Hitze verbrennende, Wasser bildende Gemisch mit großer Heftigkeit (Volta's Eudiometer, Knallluft; Knallgasgebläse, S. 337). Senkt man über das ruhigbrennende Gas einen gläsernen, mäßig weiten Cylinder oder Kolben, so entstehen heulende Töne (chemische Harmonika).
3) Kohlenstoff.	Als Demant (der vielleicht etwas Sauerstoff enthält) und durch Reiben gegen alle andern Mater. positiv elektrisch u. sehr hart; ist zur Zeit undarstellb. Als Eisenkohlenstoff in mit Säuren ausgekochtem Graphit; als Wasserstoff Kohlenstoff	Für sich wahrscheinlich metallartig u. sehr cohärent. Als reiner ausgeglühter Lampenruß (etwa $^1/_{68}$ Wasserstoff enthaltend) schwarz, leicht zerreiblich, ohne Geschmak und Geruch. Höchst feuerbeständig.	In Wasser unlöslich. Die Kohle verbrennt unter lebhaftester Weiß-Lichtentbindung zu Sauerstoff und Kohlensäure (unentzündliches, irrespirables saures Gas) saugt Gase schnell ein (S. 37) und wirkt auf die meisten durch organische Substanzen gefärbten und riechbar gemachten Flüßigkeiten entfärbend und Riechbarkeit mindernd oder ändernd. (Reinigung des fauligen Wassers, des Branntweins ꝛc. durch Kohlenpulver). Mit der Hälfte Sauerstoff giebt sie das Kohlenoxydgas; mit Wasserstof giebt sie das Oelzeugende Gas und das Kohlenwasserstoffgas (S. 62) alle drei sind entzündlich und irrespirabel.

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	in der reinen Holzkohle, als Stikstoff-Kohlenstoff in der reinen Thierkohle.		
4) Stikstoff. (Syn. Azot; Stoff der atmosphärischen Luft).	Durch Verbrennung des Phosphors in reiner eingeschlossener atmosphärischer Luft; durch Schütteln verschlossener atmosphärischer Luft mit Bley- oder Zinn-Amalgam.	Gasig, farb- geruch- und geschmaklos; (über Wasser aufbewahrbar) vollkommen durchsichtig und farblos (während schmelzender Schnee der atmosphärischen Luft Sauerstoff zu entziehen scheint, verschluckt, neueren Beobachtungen gemäß, tropfbares Wasser Stikgas).	Wird vom Wasser nur in geringer Menge aufgenom. Unentzündlich, Verbrennen nicht unterhaltend, erstickend. Mit Wasserstoff Ammoniak (für sich gasig, irrespirabel), mit Wasserstoff-Kohlenstoff theils Thierkohle, theils Blausäure ꝛc. bildend (S. 63) im Raumverhältniß von 4 zu 1 mit Sauerstoffgas gemengt, künstliche reinste atmosphärische Luft bildend und außerdem folgende Mischungen mit dem Sauerstoffe eingehend: Salpetersäure, salpetersaure salpetrichte Säure (rauchende Salpetersäure) salpetrichte Säure, Salpetergas (irrespirabel, Flammenerlöschend, unentzündlich) u. oxydirtes Stikgas (respirabel, Verbrennen unterhaltend, beim Athmen berauschend wirkend).
5) Schwefel.	Der kleinste Theil des im Gebrauche seynden erscheint rein (natürl. z. B. vulkanischer Schwefel) der übrige wird durch Erhitzung von Schwefelmetallen, vorzüglich des Schwefeleisens (Schwefelkiese) geschieden. Für sich sublimirt giebt er die sog. Schwefelblumen,	Starr, spröde, mäßig hart, gelb, schwach riechend, in 3 oder 4 seitigen Pyramiden krystallisirend, bei 220° F. schmelzend, bei 300 bis 350° F. klebrig und bei 560° F. gasig. Durch Reiben (und durch Schmelzen in Metallgefäßen erscheint er stark elektrisch. Anhaltendes Schmelzen macht den Schwefel zähflüssig; nach u. nach erstarrend zeigt er dann eine braune Farbe. (Schwefelabgüsse).	Unlöslich im Wasser. Wasserstoff auflösend und säurend, damit die Schwefelwasserstoffsäure oder Hydrothionsäure oder sog. Schwefelleberluft darstellend (gasig, nach faulen Eiern riechend, entzündlich, irrespirabel im Wasser löslich, in sog. Schwefelwässern vorkommend, Metalloxyde und Metallauflösungen zersetzend und Schwefelmetalle bildend). Wenn man Schwefeleisen mit verdünnter Schwefelsäure begießt, erhält man diese Säure in reichlicher Menge. Mit dem Sauerstoffe setzt der Schwefel die gasige schweflichte, (irrespirable, unentzündliche, allmählig Sauerstoff anziehende, mehrere Pigmente entfärbende) Säure zusammen, die gewöhnlich durch Verbrennen des Schwefels in der

Namen der Grundstoffe	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	die ausgewaschen reinen Schwefel darstellen. (Leitet man Schwefelgas in Wasser, so bildet sich grau weißes, feinpulvriges Schwefelhydrat, oder sog. Schwefelmilch.)		atmosphär. Luft entsteht und den Geruch des brennenden Schwefels verursacht. Durch Absorbtion des Sauerstoffs geht sie in Schwefelsäure über, die für sich flüchtig (eisartige Schwefelsäure) hingegen mit Wasser tropfbar ist und dann das sog. Vitriolöl bildet (S. 49). Mit dem Kohlenstoff erzeugt der Schwefel den Schwefelkohlenstoff oder Schwefelalkohol (tropfbar, sehr flüchtig, sehr entzündlich, grüngelblich, rettigartig riechend) der durch viel Wasser langsam in 2 Vol. Hydrothionsäure und 1 Vol. Kohlensäure Wasser zerlegend zerfällt. Mit dem Blaustoff (S. 63) giebt er die Schwefelblausäure (a. a. O.).
6) Phosphor.	Gewöhnlich aus der mittelst verdünnter Schwefelsäure aus Knochenasche (d. i. phosphorsauren Kalk; mit etwas kohlensaurem und blausauren Kalk gemischt) geschiedenen Phosphorsäure durch Erhitzung mit Kohle; schneller durch Erhitzung des phosphorsauren Merkuroxyds mit Kohlenpulver.	Starr, halbdurchsichtig, gelblich, hornartig weich, bei 90° F. schmelzend, bei 550° F. verdünstend, Elektricität isolirend, gegen Schwefel + E bekommend.	Im Wasser unlößlich. Mit Wasserstoff 2 Gase gebend, unter denen das eine sich bei Berührung der Luft von selber entzündet (S. 404) und das gewöhnlich durch vorsichtiges Erhitzen von Aetzkalilauge mit Phosphor entbunden wird (irrespirabel, in Wasser, wenig löslich, nicht sauer reagirend; jedoch mit Alkalien unvollkommen vereinbar). Mit dem Sauerstoffe weißes Phosphoroxyd, phosphorichte Säure und Phosphorsäure erzeugend; erstere ist brennbar, entsteht beim Verleuchten des Phosphors an der atmosphärischen Luft, letztere ist unentzündlich, sehr sauer, feuerbeständig und entsteht unter andern beim Verbrennen des Phosphors im Sauerstoffgase. Mit Schwefel giebt er eine leichtschmelzbare, sehr verbrennliche, Wasser zersetzende und dabei Schwefelwasserstoff und Phosphoroxyd bildende Substanz. Kohle färbt ihn braun.
7) …ele- …um.	Von Berzelius aus dem Schwe-	Starr spröde, bräunlichgrau, metallisch glänzend,	Kochendes Selen zieht den atmosphärischen Sauerstoff ohne zu brennen an, damit ein gas

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	felschlamm einer Bleyzißterne der Schwefelsäurefabrik zu Grypsholm in Schweden entdeckt; vielleicht auch im ,, Nordhäuser Vitriolöl zugegen?	von schaligem Bruch und glasglänzender Bruchfläche, leichtflüßig, bei höherer Temperatur sich unter dem Tellurdampf ähnelnden rettigartigen Geruch in dunkelgelbes Gas verwandelnd, welches für sich zu schwarzen Tropfen, an der Luft zu zinnoberrothem Pulver erstarrt.	förmiges, rettigartig riechendes Oxyd darstellend; im Sauerstoffgase entzündet es sich, mit schwacher bläulichgrüner Flamme zu dunkelgelbem Gase verbrennend welches in nadelförmig farblosen Krystallen anschließt, damit die Selensäure erzeugend. Mit Wasserstoff die nach faulen Eyern riechende Hydroselensäure darstellend, welche aufgelöste Metalloxyde als Selenmetalle fällt.
8) Chlor (Syn. Halogen; oxygenirte oder oxydirte oder dephlogistisirte Salzsäure).	Durch Erhitzung von Salzsäure (oder salzsaurem Natron und Schwefelsäure) mit schwarzem Manganoxyd oder mit rothem Bleyoxyd, oder anderen Hyperoxyden.	Gasig, grünlichgelb, von sehr widrigem durchdringendem Geruch und schrumpfendem Geschmack. Unathembar, Husten und Schnupfen, oftmals Bluthusten erregend; unentzündlich, Brennen unterhaltend; im heißem Wasser wenig, noch weniger in heißer Lösung des salzs. Kalks löslich; S. 240. Die wässrige Lösung krystallisirt (dem Lichte ausgesetzt entbindet sie Sauerstof und geht in Salzsäure über).	Mit dem Sauerstoff in 4 bis 5 Verhältnißen zu Oxyden und Säuren sich einend; darunter das 1ste Oxyd: Euchloringas (durch mäßige Erwärmung von chlorsaurem Kali mit Salzsäure erzeugbar; in der Hitze in Sauerstoff- und Chlorgas unter Explosion zerfallend; gasig, irrespirabel, gelblich grün, in Wasser mit gelber Farbe löslich); das 2te Oxyd, welches durch Erhitzung des geschmolzenen chlorsauren Kali mit 3 bis 4 facher Menge Vitriolöl gewonnen wird (gasig, hochgelb, respirabel, erwärmt detonirend, organische Farben zerstörend, mit Wasser eine rauchende Flüßigkeit bildend); 3) die Chlorsäure (aus chlorsaurem Baryt durch Schwefelsäure nur in Verbind. mit Wasser darstellbar) tropfbar, sehr sauer schmeckend, farblos, Pigmente nicht zerstörend; und 4. die Oxychlorsäure, welche bei der Bildung des 2ten Oxyds als schwerlösl. Oxychlorsaures Kali zurückbleibt, und daraus durch Destillation mit Vitriolöl geschieden wird. Sie ist farblos, tropfbar, geruchlos, angenehm sauer, durch Licht und Wärme nicht zersetzbar. Mit dem Wasserstaff giebt das Chlor die Salzsäure (Hydrochlorinsäure), die man aus geschmolzenem Kochsalz durch Vitriolöl od. durch saur. schwefelsaures Kali

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
			unter Merkur gasig entbindet. Sie ist farblos, höchst dehnsam, Flammen mit grünlichem Lichte erlöschend, sehr sauer, in heißem und kaltem Wasser löslich; Wasser schnell anziehend. Wirkt viel Chlor auf tropfbares Ammoniack, so scheidet sich öliger, in gelinder Wärme heftig explodirender Chlorstickstoff ab. Wird ein Gemisch von Kohlenoxydgas und Chlorgas dem Sonnenlichte ausgesetzt, so verdichtet es sich zur farblos gasigen, erstickenden, stark riechenden Phosgensäure, die Wasser zersetzend in Kohlensäuregas u. Salzsäure zerfällt. Mit dem Phosphor giebt das Chlor eine weiße flüchtige Säure, die mit Ammoniak ein unlösliches und weder von Alkalien noch von Säuren zersetzbares Salz bildet. Der Schwefel bildet mit dem Chlor eine gelbe, seekräuterartig riechende, durch Schütteln mit Wasser in schwefellichte Säure, Schwefel und Salzsäure auseinander tretende Chlorschwefelsäure.
9) Jode. (Syn. Jodin.)	Aus dem hydrojodinsaurem Natron des Kelp (einer aus der Asche schottischer ec. Seegewächse gewonnenen Soda) durch Erhitzung mit Schwefelsäure und Manganoxyd	Starr, grünlich schwarz, flittrig glänzend, von chlorartigem Geruch und scharfem Geschmack. Durch Hitze in violblauen Dampf übergehend.	In 700 Th. Wasser mit braungelber Farbe löslich, die Oberhaut bräunend, unentzündlich, zündend, fast mit allen brennb. Grundstoffen einbar, vorzüglich leicht mit Metallen, damit häufig gefärbte Verbindungen gebend. Der Joddampf ist irrespirabel und giftig. Mit Sauerstoff ein (unter Mitwirkung des Chlor) weißes, im Wasser zur sauren Flüssigkeit sich lösendes Oxyd, welche als Oxyjodsäure auf Brennbare wie verdichteter Sauerstoff wirkt und in der Hitze in Sauerstoff u. Jod zerfällt. Mit dem Wasserstoff setzt es die der Salzsäure sehr ähnelnde Hydrojodinsäure, mit dem Stickstoff eine weiche, schwarzgraue, heftig explodirende, mit dem Chlor ein hell pomeranzengelbes, flüchtiges, leichtlösliches Jodin-

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
			chlorid, mit dem Phosphor zwei farbige Wasser zersetzende Jodate zusammensetzend.
10) Hesphor. (Syn. Fluor; Fluorin).	In Verbindung mit dem Wasserstoff als Hesphorwasserstoffsäure oder Flußsäure (Flußspathsäure, Fluorinsäure) aus dem Flußspath durch wässerige Schwefelsäure, wobei schwefelsaurer Kalk zurückbleibt.	Das aus Flußspath mit Vitriolöl entbundene Gas ist Silicium haltig, wenn es in Glasgefäßen (die es ätzt, oder auflösend angreift) bereitet worden; Wasser stellt die Kieselsäure (Kieselerde) und Flußsäure wieder her. Die gasigen Verbindungen des Hesphor sind sehr sauer, stark riechend, unentzündlich, irrespirabel, Flammen erlöschend und leichtlöslich im Wasser.	Mit Wasserstoff die Flußsäure, mit Silicium die ebenfalls gasige Hesphorsiliciumsäure bildend, welche mit Wasser in eine Doppelsäure, nämlich gallertartige, Flußsäure-Kieselsäure übergeht. Erhitzt man Flußspath mit verglaster Boraxsäure, so erhält man das fluorboronsaure Gas, welches Wasser schnell einsaugt u. damit eine ölig zähe, sehr ätzende tropfbare Säure darstellt.
11) Boron. (Syn. Boraxstoff; Bor.)	Durch Erhitzung verglaster Boraxsäure mit Kalium, oder Eisen (Boroneisen), so wie auch durch Galvanisirung einer wenig feuchten Boraxsäure, durch die Pole einer starken Säule (S. 394) wo es sich am —E Pol ausscheidet.	Undurchsichtig, dunkel olivenfarben, unlöslich, geschmack- und geruchslos, sehr feuerbeständig und wenig brennbar.	Im Sauerstoffe verbrennend schwarzes Boronoxyd und weiße Boraxsäure bildend, die man gewöhnlich aus dem Borax (d. i. boraxsaurem Natron) durch wäßrige siedend heiße Schwefelsäure in wasserhaltig schuppicht krystallinischem Zustande ausscheidet. Geschmolzen liefert sie die entwässerte verglaste Boraxsäure. Im Weingeist gelöst färbt sie dessen Flamme grünlich. Sie ist farblos, sehr feuerbeständig und schwach sauer. Boroneisen in Salzsäure aufgelöst, entbindet das dem Stinkasand ähnlich riechende im Sauerstoff mit rothgelber Flamme verbrennende u. stark verpuffende, irrespirable Boronwasserstoffgas. Schmelzender Phosphor nimmt etwas Boron auf, damit eine grünliche Masse darstellend; schmelzender Schwefel löst noch langsamer etwas Boron zum olivenfarbenen Gemische auf. Nach Davy verbrennt Boron im Chlorgas zum weißen Wasser zersetzenden Sublimat.

Namen der Grundstoffe.	Darstellung	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
12) Kalium. (Syn. Pflanzenalkali-Metall.)	Galvanisch (S. 394) und indem man das verdampfende Aetzkali nöthigt über weißglühendes Eisen und zuvor stark ausgeglühte Kohle zu streichen.	An 1/16 leichter als Wasser, sehr weich, bei 150° F schmelzend, silberweiß, bei Rothglühhitze flüchtig, leicht entzündlich, Wasser zersetzend (daher unter rectificirtem Steinöl aufbewahrbar).	In atmosph. Luft oder in Sauerstoffgas zu olivenfarbenem Oxydul und trocknem, wasserfreiem Aetzkali (Kaliumoxyd) verbrennend; letzteres giebt mit Wasser ein höchst ätzendes Hydrat (krystallisirbares u. schmelzbares Aetzkali; mit mehr Wasser Aetzkalilauge) welches „geröthet Lackmuspapier" blauet, „Veilchen" und „roth Rosenpigment" grünt, „Fernam-

buckpapier" violett, „Rhabarberpapier" rothbraun, „Curcümäpapier" braun färbt, Säuren — zumal Kohlensäure schnell anzieht und mit letzterer theils das gewöhnliche basisch kohlensaure, theils das sogen. säuerliche kohlensaure Kali bildet, das in der Pottasche im unreinen Zustande zugegen ist. Die Kali haltigen Salze erzeugen in der salzsauren Platinauflösung einen citronengelben pulvrigen Niederschlag. Mit den Fettarten bildet das Kali schmierige Seifen. Der Wasserstoff löst Kalium auf, damit ein irrespirables, sich an der Luft von selbst entzündendes Gas erzeugend, das leichter als Wasserstoffgas, durch Stehen etwas Kalium absetzend, in das zweite, sich nicht von selbst entzündende Kaliumwasserstoffgas übergeht. Kohle vereint sich mit Kalium bei Glühhitze unvollkommen. Mit dem Phosphor giebt das Kalium eine glanzlose phosphorreiche braune und eine glänzende Kalium reiche graue, metallisch glänzende Verbindung. Mit Phosphorsäure erhitzt, bildet sich rothes Phosphorkali. Alle drei Verbindungen erfolgen unter Lichtentwickelung. Der Schwefel verhält sich zum Kalium dem Phosphor ähnlich; ein gelblich und röthlich graues Gemisch bildend. — Phosphor- u. Schwefelkalium zersetzen jedes das Wasser, Phosphorwasserstoff und Schwefelwasserstoff entbindend. Mit dem Kali giebt der Schwefel das Schwefelkali (Alkalische Schwefelleber) welches durch Wasser in Schwefeloxyd und Wasserstoffschwefelkali, durch wäßrige Säuren in Kalisalz, Wasserschwefel (Schwefelmilch) und Hydrothionsäure zerfällt. Mit Jod und mit Chlor verbrennt das Kalium zu weißen scharfen, Wasser zersetzenden Massen, die mittelst der Wasserbestandtheile in Hydrojodinsaures und salzsaures Kali übergehen. Dem Ammoniak entzieht das Kalium den Stickstoff, damit eine olivenfarbene Verbindung herstellend, welche metallisch glänzend, Elektricität isolirend, bei 100° C schmelzend und schwerer als Wasser ist. Die Stickstoffsauerstoff-Verbindungen wirken sämmtlich auf das Kali, damit salzartige Gemische und Salze erzeugend. Mit dem Blaustoff (Cyanogen oder Kohlenstickstoff S. 63) giebt das Kalium eine graue schwammige, erhitzt gelb werdende, durch Wasser in alkalisch reagirendes blausaures Kali übergehende Masse; mit Thierkohle geglüht giebt das Kali: Blaustoffkali, welches mit kaltem Wasser wäßriges Cyankali d. i. Blutlauge darstellt, die mit in Säuren aufgelöstem Eisenoxyd versetzt, blaues Cyaneisen (Pariserblau, und unter Beimischung von Thonerde: Berlinerblau) fallen läßt; das mit Aetzkalien und Wasser ausgezogen, eisenblausaures Kali in gelben Krystallen liefert. Dieses durch weingeistige Säuren zerlegt, entlassen die tropfbare gelbliche Eisenblausäure. Eisenblausaures Kali mit Schwefel erhitzt, giebt Schwefeleisen und Schwefelblausaures

Kali. Schwefelkali und Blaustoffkali verbinden sich mit mehreren Metallen zu mehrfachen Gemischen. — Sodium und Lithium, Baryum, Strontium und Calcium verhalten sich gegen die meisten der genannten Stoffe und Gemische auf ähnliche Weise wie das Kalium. Das Ammoniak (Stikstoff-Wasserstoff) ist vielleicht das Oxyd des noch nicht für sich dargestellten Wasserstoffmetalls; m. Einleit. in d. n. Chem. S. 418. Es unterscheidet sich von den übrigen Alkalien zunächst durch seine große Flüchtigkeit; geht übrigens ähnliche Verbindungen ein als das Kali; vereint sich jedoch nicht unmittelbar mit Phosphor und mit Schwefel, sondern nur unter Vermittelung des Wasserstoff's; mit letzterem das Wasserstoffschwefelammoniak (oder die sog. flüchtige Schwefelleber bildend).

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
13) Sodium. (Syn. Natronium, Mineralalkali- oder Thieralkali-Metall.)	Wie beim Kalium.	Silberweiß, sehr glänzend, weich, bei beginnender Weißglühhitze verdunstend, unter Naptha oder unter trocknem Stikgas aufbewahrbar.	Mit Sauerstoff das Aetznatron bildend, welches zu Wasser, Säuren und Schwefel sich dem Kali ähnlich verhält, dessen Salze jedoch häufig an der Luft verwittern (nicht zerfließen) und das mit Fettarten feste Seifen bildet. Mit Salzsäure bildet es das Kochsalz, mit Salpetersäure nicht wie das Kali prismatischen, sondern würfligen Salpeter. Mit Jod, Schwefel und Selen giebt es leichtflüßige Gemische; mit Chlor das sog. geschmolzene Kochsalz.
14) Lithium. (Syn. Steinalkali-Metall.)	Aus dem Lithion mittelst Galvanisirung.	Weiße matt glänzende Kügelchen.	Mit Sauerstoff das Aetzlithion bildend, dessen Hydrat krystallisirbar, luftbeständig, schwerlöslich in Wasser ist, eine sehr große Sättigungscapacität hat, mit Salzsäure und Salpetersäure zerfließliche, mit Kohlensäure luftbeständige, schwerlösliche, leicht schmelzbare, „Platin stark angreifende" Salze giebt.
15) Calcium. (Syn. Kalk-Metall, Kalkerden-Metall.)	Aus dem kaum schmelzbaren Kalk durch Galvanisirung unter Zusatz von Merkur, u. Zersetzung das Calcium Amalgam durch Erhitzung in bleye	Stark metallisch glänzend, weiß und fest; schmelzbar.	Mit Sauerstoff den Kalk darstellend, dessen Hydrate (Wasserkalk und Kalkwasser) unter allen Alkalien am wenigsten ätzend sind, mit fetten Oelen kaum lösliche Seifen geben, mit den Säuren bitterlich scharf schmeckende Salze liefern; unter denen der salpetersaure (Mauersalpeter) und salzsaure leicht zerfließlich, der essigsaure leicht krystallisirend, de

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	freien, an einem Ende verschlossenen Glasröhren, deren offenes Ende in Steinöl taucht. Reinen Kalk erhält man durch Ausglühen des cararischen Marmor's (d. i. des körnigen kohlensauren Kalks) in bedeckten Tiegeln, Löschen mit distillirtem Wasser und nochmaliges Ausglühen. Es fordert derselbe 450 Th. Wasser zur Lösung, damit das Kalkwasser darstellend dessen Vermischung mit pulvrigen Kalkhydrat die sogen. Kalkmilch giebt, und aus dem (wie aus der Kalilauge das Kalihydrat u. bei hinreichender Kälte a. Natronlauge das Natronhydrat, u. selbst aus der wäßrigen Lösung des Ammoniakgases (d. i. aus dem sog. ätzenden Salmiakgeiste) das Ammoniakhydrat krystallisirt.		schwefelsaure (Gyps) in säuerlichem Wasser ziemlich löslich ist, und die aus ihrer wäßrigen Lösung unter andern durch Oxalsäure und oxalsaure Salze als im Wasser kaum löslicher oxalsaurer Kalk gefällt werden. Phosphor, Schwefel, Jod u. Chlor vereinen sich leicht mit dem Kalk; erstere beide bilden damit sog. erdige Lebern, (erdige Phosphor- und Schwefelleber) die Wasser zersetzen und Phosphor- und Schwefelwasserstoff entbinden. Chlorgas wird von pulvrigem Kalkhydrat schnell absorbirt, damit das sog. düngende (bleichende) Kalksalz darstellend, das unter andern auch dem Branntwein seinen Fuselgeruch nimmt. Der äpfelsaure Kalk scheint in den Pflanzensäften (im Pflanzenfruchtmark ꝛc.) als sog. Pflanzenschleim nicht minder häufig vorzukommen, als das milchsaure Natron in den thierischen Flüßigkeiten und in den verwandten Thiertheilen.
16) Baryum.	Wie Calcium. Das hiezu nöthige Baryumoxyd oder Aetzbaryt (sonst auch Schwererde, oder Baryterde genannt) gewinnt man am schnellsten durch Ausglühen, Wasserlöschen und Wiederausglühen des salpetersauren Baryts, den man aus dem natürlichen kohlensauren Baryt	Dunkelgrau (weniger als Guß-Eisen) glänzend. Im Vitriolöl von Gasblasen umgeben schnell zu Boden sinkend. Dehnbar, bei Rothglühhitze schmelzend, bei beginnender Weißglüh-	Mit Sauerstoff zum ersten Baryumoxyd verbrennend. Dieses schmilzt bei hoher Temperatur, steht hinsichtlich der Aetzbarkeit und Alkalität dem Lithion zunächst. Erhitzt sich mit Wasser noch heftiger als Kalk, damit die Barythydrate darstellend (Wasserbaryt und Barytwasser), von denen das pulvrige 20 Th. kaltes und nur 2 Th. siedendes Wasser zur Lösung heischt. Gegen Schwefel, Phosphor, Chlor, Jod und Blaustoff wirkt es

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	(Witherit) oder aus dem künstlich kohlensauren darstellt. Letzteren gewinnt man unter andern durch Kochen des gepulverten Schwerspaths (d. i. des natürlichen schwefelsauren Baryts) mit kohlensaurem Kali, oder durch Ausglühen des Schwerspaths mit Kohle, Wasserlöschung, Wiederausglühung unter Kohlezusatz, u. Einsaugung des zugeführten kohlensauren Gases; vergl. d. Gewerbsfr. II. und III.	hitze flüchtig. Von größerer Dichte als die Metalle der übrigen Alkalien u. der meisten Erden; weshalb auch die Barythydrate u. Barytsalze ein verhältnißmäßig großes Eigengewicht besitzen. (Der natürl. kohlensaure Baryt wird als Rattengift gebraucht.)	wie Kalk. Die Schwefelsäure entzieht der wässrigflüssigen Baryt allen übrigen schwefelsauren, in Wasser gelösten Salzen; daher benutzt man salzsauren Baryt (der nicht zerfließt) salpetersauren und den schwer krystallisirenden essigsauren Baryt als Reagenz für Schwefelsäure. Der schwefelsaure Baryt wird durch Zusatz anderer Säuren nicht löslicher und fordert gegen 30000 Th. Wasser zur Lösung. Erhitzt man das erste Oxyd in einer mit Sauerstoffgas gefüllten Vorrichtung, so wird das Gas schnell verschluckt, indem sich das zweite oder das Baryumhyperoxyd bildet. Dieses löst sich ebenfalls in Wasser und wäßrigen Säuren und setzt man solchen Lösungen und Auflösungen Schwefelsäure zu, so fällt das erste Oxyd mit dieser Säure zu Boden, während Thenard's Entdeckung zufolge der freiwerdende Sauerstoff, ohne in Gas überzugehen, an das Wasser tritt, und damit oxygenirtes Wasser zusammensetzt. Löst man darin wiederum von jenem Hyperoxyde, und zersetzt die Lösung wiederum durch Schwefelsäure, so kommt ein neuer Antheil von Sauerstoff zum Wasser (und durch dessen Vermittelung zu den mit zugegenseyenden Säuren, Salzen und Oxyden) und bildet so vielfach mit Sauerstoff übersetztes Wasser, Säuren 2c.
17) Strontium.	Wie die des Calcium. (Man bereitet den Aetzstrontian durch Ausglühen des salpetersauren Strontians, den man aus dem natürlichen (nicht giftigen) kohlensauren Strontian (Strontianit) durch Auflösen in	Dem Baryum an Dichte und Farbe ähnelnd, weniger glänzend, dehnbar.	Verbrennt mit Sauerstoff zu Aetzstrontian (Strontianerde, Strontit) der höchst strengflüssig und höchst feuerbeständig, weniger ätzend als Baryt, mit Wasser sich weniger erhitzt und damit beim Rothglühen leichtfließendes, aus der wässrigen Lösung (Strontianwasser) sich durch Erkalten krystallisirendes Hydrat darstellt, das 50 Th. kaltes un[d]

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	Salpetersäure gewinnt.		2,4 siedendes Wasser zur Lösung braucht, sich gegen Schwefel, Phosphor, Chlor, Jod ꝛc. dem Barynum ähnlich verhält, und mit Säuren Salze giebt, die etwas löslicher als die Barytsalze, dem brennenden Weingeist, Fett ꝛc. (sofern sie darin löslich) gleich den darin löslichen Kalksalzen eine carminrothe Farbe ertheilen. Der schwefelsaure Strontian kommt (nicht selten Gyps durchsetzend) als Cölestin vor.
18) Magnium.	Man leitet über, in einer Platinröhre weißglühende Bittererde (gebranndte, Magnesia) Kaliumdämpfe, erhitzt das Product gelinde mit Merkur, und destillirt von dem gewonnenen Amalgam das Merkur wieder ab.	Dunkelgraue, metallisch glänzende Häutchen, vor dem Erweichungspunkte des Spiegelglases schmelzend.	Mit Sauerstoff verbrennt es zu Bittererde (Talkerde, Magnesia), die sonst auch durch Ausglühen der kohlensauren Bittererde gewonnen zu werden pflegt, ein feines, weißes, sehr lockeres Pulver darstellt, welches vor dem Sauerstoffgebläse unvollkommen verglast, geruch- und geschmacklos und nicht ätzend ist, sich mit Wasser etwas erhitzt und nach Dalton 16000 Theile Wasser

zur Lösung heischt. Diese reagirt schwach alkalisch. Gegen Phosphor, Jod und Chlor wirkt sie dem Kalke ähnlich, auf den Schwefel minder merklich. Mit Säuren erzeugt sie sehr bitter schmeckende (gleich den übrigen Salzen mit alkalischer Basis) der Neutralisation fähige, meist leichtlösliche Salze, unter denen das schwefelsaure als sog. Bittersalz (Epsommersalz, Mauersalz,) und das salzsaure (vorzüglich im Meerwasser) am häufigsten vorkommen. Den sechs feuerbeständigen Alkalien in der chem. Verwandschaft zu den Säuren nachstehend, geht sie darin dem Ammoniak vor, mit demselben zum Theil gemeinschaftlich dieselbe Säure bindend (dreifache Salze bildend). Die Bittererdsalze werden durch Schwefelsäure nicht, durch kohlensaure fixe Alkalien völlig, durch kohlensaures Ammoniak nur zum Theil zersetzt, kohlensaure Bittererde ausscheidend. (Das Chlor wird von der Bittererde absorbirt und giebt eine salzige Verbindung, die auf der Stelle Pigment bleicht, um so mehr wenn sie durch eine Säure z. B. Weinsäure zersetzt wird.)

19) Silicium.	Als Davy Kaliumdämpfe über weißglühende Siliciumsäure (Kieselerde) leitete, erhielt er ein weißes Pulver, worin graphitfarbige Theile zerstreut la-	Schwarzgrau metallisch glänzend. Als Säure weiß, sandartig geruch- und geschmacklos höchst streng-	Mit Sauerstoff die Siliciumsäure gebend, welche mit Kali oder Natron theils unlösliche saure und neutrale, theils lösliche basische Salze giebt, die unter der Benennung Glas und auflösliches Glas bekannt sind. Aus der letzteren Verbindung mit sehr verdünnten Säu-

Name der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	gen, die mit verdünnten Säuren brausend (Wasserstoffgas entbindend) in die bemerkte Säure übergingen. (Als Kohlenstoff-Eisensilicium erhält man es durch heftigstes Glühen eines Gemenges von Kieselerde, Eisenfeil und Kienruß; Beryllerde und Alaunerde auf gleiche Weise behandelt, geben ähnliche Beryllium oder Aluminium haltige Gemische.)	flüßig und feuerbeständig. Im ausgeglühetem Zustande im Wasser unlöslich, auflöslich in geschmolzenem, so wie auch in wäßrig flüßigem Kali u. Natron. Mit dem Kalkhydrate zum unerweichlichen Mörtel sich einend.	ren (z. B. selbst durch Kohlensäure) geschieden, fällt das Hydrat der Siliciumsäure theils in Flocken, theils in Gallertform nieder, theils bleibt es flüßig. (Am Fuße des Hekla auf Island entsteigen den unter der Benennung Geiser bekannten trichterförmigen Vertiefungen zu Zeiten sehr dicke und hohe Wasserstralen, die unter andern Siliciumsäure aufgelöst enthalten, welche sie nachgehends als vulkanischen Kieselsinter absetzen. Die meisten heißen Mineralquellen enthalten ebenfalls etwas Siliciumsäure aufgelöst.) Ein ziemlich reines Siliciumsaures Hydrat ist der Opal. Mit Boraxsäure und Phosphorsäure läßt sich die Siliciumsäure zusammenschmelzen. Mit dem Ammoniak ist sie unvereinbar. In den künstlichen Edelsteinen, gefärbten Gläsern, Amausen ꝛc. ist sie mit Alkalien und den Oxyden schwerer Metalle verbunden. Kalk-, Baryt- und Strontianwasser trüben die sog. Kieselfeuchtigkeit (basisch siliciumsaures Kali) unlöslich siliciumsauren Kalk, Baryt und Strontian bildend. Im Chrysolith und Olivin ist natürl. siliciumsaure Bittererde, im Ytterit eisenhaltige siliciums. Yttererde, im Chrysoberyll „siliciums. Thonerde", und im Zirkon und Hyacinth „siliciums. Zirkonerde" gegeben. Die Quarze, Bergkrystall, Feuerstein ꝛc. sind fast reine Siliciumsäure.
20) Aluminium.	Wie bei Silicium. Das Hydrat des Aluminiumoxyds, die Alaunerde (Thonerde, oder Binderde) erhält man aus dem Alaun, in-	Kleine graue metallisch glänzende Theilchen, die an der Luft erhitzt weiß werden und in Wasser	Das mit dem Sauerstoff entstandene Aluminiumoxyd, vermag Säuren nicht vollständig zu neutralisiren, wirkt dagegen auf verschiedene Oxyde z. B. gegen Kali und Natron selbst als eine schwache Säure die sich jedoch auf nassem W

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	dem man dessen wäßrige Lösung mit kohlensaurem Natron fällt und den Niederschlag entweder, nachdem er mit destillirtem Wasser ausgekocht worden, der Einwirkung beider Pole einer galvanischen Säule so lange aussetzt, bis am +E Pol keine freie Säure mehr erscheint, oder ihn in Salpetersäure auflöst, dann so lange salpeters. Baryt zutröpfelt, bis keine Trübung mehr erfolgt; die Flüßigkeit dann durchseihet u. mit Ammoniak die darnach wiederum auszuwaschende (auszusüßende) Erde niederschlägt. Einige Chemiker nehmen an, daß in den Tiefen unterhalb der Wasser- oder Wasserbestandtheile enthaltenden Erdrinde, größe Massen	geworfen schwach aufbrausen. Die reine Alaunerde (die im ausgeglühten Zustande unerweichlich im Wasser, und fast unauflöslich in Säuren ist, und auflöslich erst durch Schmelzen oder Kochen mit Kali oder Natronhydrat wird) wenn sie aus concentrirten saur. Auflösungen gefällt worden, ist eine feine, „zerreibliche, der Zunge stark anhängende, schwammige, mit Wasser teigig werdende, in der Rothglühhitze 59 Procent Wasser verliehrende Masse; die aus sehr verdünnten Auflös. gefällte erscheint „gallertförmig“, wird beim Eintrocknen spröde, durchscheinend, durch die Handwärme zerspringend, von glatten, muschlichem Bruch; hängt nicht an der Zunge und zergeht nicht im Wasser. Obgleich sie auch 59 Proc. Wasser enthält, so verliert sie doch nur bei Rothglühhitze 43 und bei heftigster Weißglühhitze nur 49,5 Proc. Wasser. Durch den Verlust d. Wassers schwindet das Hydrat (S. 333) jedoch auch noch bei Temperaturen, wo kein Wasser mehr entweicht. Eisenox-	ge, oder unter Beitritt des Wassers mit dem Ammoniak in kaum merkbarer, mit den übrigen Alkalien hingegen, sowohl auf nassem als auf trocknem Wege (durch Schmelzung) leicht vereint, von kohlensaurem Ammoniak hingegen unangegriffen bleibt. Ein natürliches Hydrat der Alaunerde ist der Wawellit. Mit der Schwefelsäure und etwas Kali oder Ammoniak (oder Natron) liefert das Hydrat den Alaun, der, wie die meisten Salze der Alaunerde, durch organische Faser und Pigmente zersetzt wird, indem sich die gen. Erde mit diesen Substanzen vereint. Hieher gehört theils die Benutzung des Alauns, sowie der essigsauren, weinsauren ꝛc. Alaunerde als Beizmittel in der Färberei und Zeugdruckerei (d. h. als Befestigungsmittel der meisten Farbstoffe an die Substanz der zu färbenden Zeuge) theils die Erzeugung verschiedener Lack- und Pastellfarben. Die Lösung des Alauns, und noch mehr des Hydrat's der Alaunerde entzieht mehreren gefärbten Pflanzenauszügen, namentlich auch dem Galläpfelabsude die färbenden Theile, dieselben mit sich verbindend und fällend. Unter den schweren Metallen, wirkt in dieser Hinsicht das Zinnoxyd der Alaunerde am ähnlichsten, indem es sich ebenfalls leicht mit Pigmenten nnd mit dem Gerbestoffe der Galläpfel vereint. Eisenoxyd, Manganoxyd, Kupferoxyd, Bleyoxyd ꝛc. stehen zwar in bemerkter Rücksicht dem Zinne nach, werden jedoch auch, gleich dem Zinnoxyde und der Alaunerde als Beizmittel in der Färberei ꝛc. benutzt. — Wäßrige Kohlensäure löst eine Spur des Alaunerdenhydrats auf; die

Namen der Grundstoffe	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	Aluminiums Siliciums, Magniums. u. Calciums ꝛc. der Befeuchtung harrten, und wo diese in Folge eindringenden Wassers statt habe die Phänomene der feuerspeienden Berge ꝛc. gewähren. — Die Steinkohlen sind reich an Erdmetallen.	yd haltige Alaunerde, riecht angehaucht thonig und Siliciumsäure enthaltende (z. B. der Ziegellehm, der Häfner- oder Töpfer- Pfeifen- Fajence und Porzellan-Thon) ist bildsam.	phosphorichte Säure giebt damit ein unkrystallinisches, übriges, die Phosphorsäure, Flußsäure, schweflichte Säure weiß pulvrige sehr schwerlösliche Salze. Die neutrale Verbindung der Schwefelsäure mit der Alaunerde (ohne Alkali-Zusatz) krystallisirt schwürig in dünnen perlmutterglänzenden weichen Blättchen, die ihr Krystallwasser durch Erhitzung unter Aufblähen verlieren, und hinsichtlich dieses Verhaltens dem Alaune ähneln, der erhitzt den sog. gebrannten sehr lockern, ätzenden, wasserfreien Alaun hinterläßt. Ehemals entwickelte man Salzsäure aus Kochsalz durch Erhitzung mit Thon,

und ebenso Salpetersäure aus dem Salpeter; in beiden Fällen hinterblieb nebst mehr oder weniger unzersetztem (oder rücksichtlich der Salpetersäure halb zerstörten) Salz, Kieselsäure und Thonerdiges Natron oder Kali in der Retorte. Die neutrale salzsaure und salpetersaure Alaunerde krystallisiren schwürig, sind sehr leichtlöslich und zerfließlich. Die schwefelblausaure Alaunerde krystallis. in luftbeständigen Oktaedern; die Blausäure löst die Alaunerde nicht auf. Die basisch schwefelsaure und salpetersaure Alaunerde sind pulvrig und schwerlöslich. Chlorgas löst wäßriges Alaunhydrat auf. Im Saphir ist fast reine Alaunerde, im Rubin, Demantspath ꝛc. ist sie durch Oxyde schwerer Metalle gefärbt. Im Pyknit, Topas ꝛc. erscheint sie neben Kieselsäure und Flußsäure. Durch Glühen in Säuren unlöslich gewordene Alaunerde erhält ihre Auflöslichkeit wieder, wenn sie während der Glühung mit Kali, Natron, Lithion oder Baryt in Verbindung zu treten vermochte. Der Geschmack der (Lakmus röthenden) neutralen Alaunerde-Salze ist säuerlich zusammenziehend.

21) Zirkonium.	Durch kohlenwasserstoffgas vor dem Knallluftgebläse u. ausserdem wie bei Silicium. Das sehr seltene Zirkoniumoxyd od. die Zirkonerde, erhält man aus dem gepulverten	Silberweiße Kügelchen und bräunlich schwarze metallisch glänzende Theilchen. — Das Hydrat des Oxyds bildet ausgeglüht ein weißes, sich rauh anfühlendes, Glas ritzendes Pulver, das bei höchster Ofenhitze emailleartig fließt u. dann Bergkrystall ritzt. Als Hydrat ist es gelblich, durch-	Das Hydrat des Oxyds bildet mit Säuren, theils unlösliche, theils-lösliche, sauer reagirende, zusammenziehend schmeckende Salze, welche durch mäßige Hitze, durch Verflüchtigung oder Zerstörung der Säure zersetzt, durch reine, kohlensaure und hydrothionsaure Alkalien weiß, desgleichen durch Phosphor-, Schwefel-, Oxal-, Wein-, Zitronen- und Gallussaure-Alkalien gefällt werden. Die kohlensaure gefällte Erde löst sich in kohlensaurem Ammoniak, kohlens-

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	Zirkon oder Hyacinth durch Schmelzung mit dem 5 fachen Kali, Auskochung mit Wasser, Auflösung des Rückstandes in verdünnter Salzsäure, und Fällung durch Kali oder Natron als Zirkonerde Hydrat.	scheinend, Gummi ähnelnd, durch Glühung an $^1/_3$ Wasser verlierend.	Kali u. kohlens. Natron auf; die reine Erde wird von reinen Aetzalkalien nicht aufgelöst, verbindet sich aber durch Glühung mit Kalk und mit Siliciumsäure, desgleichen mit Borax (zum farblosem, durchsichtigem Glase) Zirkonerde ist für sich in Säuren unauflöslich.
22) Thorinium.	Wie bei Zirkonium. Aus dem „Gadolinit" von Korafvet, dem „Fluor-Ytterocererit" und dem Fluor-Cererit, erhält man sie indem man die salpeters. Auflösung zuvörderst mit Ammoniak neutralisirt, dann das Eisen durch „börnsteinsaures Ammoniak und das Demetrium durch schwefelsaures Kali" fällt, darauf die überstehende Flüßigkeit filtrirt, mit siedender Salmiaklösung versetzt und mit Aetzammoniak niederschlägt. Der Niederschlag in Salzsäure aufgelöst eingedunstet, mit siedendem Wasser von der salzsauren Yttererde geschieden, der hiebei bleibende Rückstand wiederum in Salzsäure aufgelöst, die Auflösung durch vorsichtiges Verdunsten neutralisirt und mit Wasser gekocht, macht die Erde ausscheiden.	Dem Zirkonium ähnelnd. Das Hydrat der Thorinerde (oder die Erde in frisch ausgeschiedenem Zustande) ist gallertartig, durchscheinend, weiß. Ausgeglüht behält die Erde ihre Weiße, ist dann pulvrig und weder riechbar noch schmeckbar. Der erwähnte Gadolinit giebt gegen 30, der Fluor-Cererit gegen 7, und der Fluoryttrocererit gegen 34 pCt. Erde.	Die Thorinerde ist in flüßigen „Aetzalkalien unauflöslich," hingegen als Hydrat auflöslich in kohlensauren Alkalien, zieht die Kohlensäure an, ist auch nach dem Ausglühen in Säuren auflöslich, mit denen sie rein zusammenziehend schmeckende Salze giebt, die sowohl vom kochenden Wasser, wie auch von börnsteinsauren, weinsauren und benzoesauren Alkalien, hingegen nicht vom schwefelsauren Kali gefällt werden. Die salzsaure (wie auch die salpetersaure) Auflösung, wird durch Sieden zersetzt und Erde als gallertförmiges Hydrat ausgeschieden. Die schwefelsaure Auflösung wird durch oxaksaures Ammoniak, und bei Siedhitze auch durch zitronsaures Kali gefällt.

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
23) Beryllium (oder Glycium).	Wie bei Silicium. (Aus dem gepulverten Beryll erhält man das Oxyd, indem man ihn mit dem dreifachen Gewichte Kali schmilzt, dann in Salzsäure auflöst, eintrocknet, in Wasser löst, filtrirt und durch Ammoniak gefällt. Der aus Alaunerde und Beryllerde (Glycinerde oder Süßerde) bestehende Niederschlag giebt in Schwefelsäure aufgelöst, unter Zusatz von etwas schwefelsaurem Kali sich heraus krystallisirenden Alaun. Die hinterbleibende Unterlauge mit überschüßigem kohlensaurem Ammoniak einige Tage sich selbst überlassen und dann abgedunstet, läßt kohlensaure Süßerde fallen, aus der Glühhitze die Kohlensäure entbindet.	Dem Zirkonium ähnelnd. Das Oxyd stellt ein leichtes, weißes, weder riechbares noch schmeckbares, der Zunge stark anhängendes in der Hitze nicht erhärtendes, nur bei heftigster Weißgluth schmelzbares Pulver dar. Das Hydrat des Oxyds giebt keinen bildsamen Teig und schwindet durch Glühen nicht merklich.	Die Süßerde löst sich in reinem Kali und Natron (und dessen Hydraten) und im kohlensauren Ammoniak auf, vereint sich mit schmelzendem Borax und giebt mit farblosen Säuren farblose, meist unkrystallinische sehr lösliche Salze von gummiartigem Ansehen, und zusammenziehend-süßen Geschmack. Es werden dieselben nicht nur von den Alkalien, sondern auch von der Bitter- und Yttererde zersetzt, desgleichen durch Galläpfeltinctur gelbflockig getrübt. Oxalsaures, weinsaures, neutrales, hydrothionsaures und eisenblausaures Kali fällen die Erde nicht. Im Beryll und im Smaragd ist sie an Siliciumsäure gebunden und neben Alaunerde und etwas schwerem Metalloxyde zugegen.
24) Yttrium.	Wie Zirkonium. Das Oxyd (die Yttererde od. Gadolinerde) gewinnt man aus dem Ytterit, durch Erwärmung mit 10 Th. Vitriolöl und 6 Wasser, Abdampfung der gewonnenen Auflösung und Ausziehung des Rückstandes mit Salzsäure haltigem Wasser, wobei die Kieselsäure des Gesteins zurückbleibt. Die durchgeseihte Flüßigkeit wird wie-	Spuren von Metallisation. Die Erde stellt ein feines, weißes, ziemlich schweres Pulver dar, welches auf Pflanzenfarben nicht wirkt, geschmacklos u. geruchlos, u. höchst strengflüßig ist. Das Hydrat enthält 31 pCt. Wasser.	Die Yttererde bildet zusammenziehend schmeckende, von concentrirten Lösungen Bernsteinsaurer Alkalien unter Trübung zersetzbare Salze, deren wäßrige Lös. mit Galläpfeltinctur mehr oder weniger grau oder bräunlich gefärbte Niederschläge geben. Kohlensaures Ammoniak, Kali und Natron erzeugen in den genannten Lösungen einen weißen Niederschlag (kohlensaure Yttererde) der durch überschüßig zugesetztes kohlensaures Alkali wieder aufgelöst wird, während ihn ätzende Alkalien unaufgelöst lassen. Phosphorsaures Natron, B

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	derum eingedampft, ausgeglüht u. mit Wasser ausgekocht. Die zuletzt erhaltene Lösung wird solange mit hydrothionsaurem Kali versetzt, als noch Schwefelkupfer und Mangan niederfallen, und dann aus der überstehenden Flüßigkeit durch Ammoniak die Yttererde gefällt, und ausgeglüht.		rax u. Boraxsäure schmelzen damit zum weißen Emaille zusammen. Außer den genannten, sind auch die phosphorsauren und flußsauren Yttererdsalze farblos, die nicht krystallisirbaren salzsauren und salpetersauren, etwas gefärbt," und die schwefelsauren blas amethystroth.
25) Tantal (oder Columbium).	Durch heftiges Glühen der erdigen (aus dem Tantalit durch Schmelzen mit 2 Th. Kali, Auflösung und Uebersättigung mit Salpetersäure gewinnbaren) Säure im Kohlentiegel, erhält man eine mäßig harte, schwarzgraue, weder von Chlor noch von Säuren angreifbare, nur durch Glühen mit Kalihydrat oxydirbare Masse.	Jene Masse, welche schwach metallisch glänzend ist, hält man für das regulinische Metall, dessen Oxyd eine der Siliciumsäure ähnelnde (auch Tantalerde genannt werdende) weiße, feuerbeständige, geschmack- und geruchlose, kaum schmelzbare Säure (Tantalsäure) ist.	Die Tantalsäure schmilzt mit Borax- und Phosphorsäure zu farblosen Gläsern, löst sich nicht in Ammoniak, wohl aber in Kali und Natron (auf trocknem, wie auf nassem Wege) deren Kohlensäure austreibend. Das basisch tantalsaure Kali bildet ein schuppiges, widrig scharf schmeckendes Salz, dessen wäßrige Lösung durch Gallustinctur pomeranzengelb gefällt, durch Hydrothionsäure und eisenblausaures Kali hingegen nicht getrübt, durch Säuren dagegen unter Abscheidung der Tantalsäure zerlegt wird. Letztere erscheint in diesem Falle als in Oxal-, Wein- und Zitronensäure auflösliches Hydrat, dessen Auflösungen durch kohlensaure Alkalien weiß, durch eisenblausaures Kali dunkel olivengrau und durch Zink weiß gefärbt werden.
26) Demetrium (oder Cererium).	Aus dem weißen Oxyde bei heftigster Weißglühhitze unter Einwirkung von Kohle oder Kohlenwasserstoffgas (z. B. vor dem Knallluftgebläse). Das Oxyd gewinnt man aus dem Cererit, wo	Graulich-weiß, leicht zerbrechlich, flüchtig. Das sog. „weiße Oxydul" ist ein 8,5 Wasser und 7,5 Sauerstoff gegen 43 De-	Erhitzt man das (in Alkalien unauflösliche) Oxyd mit Salzsäure, so entbindet sich Chlor; mit Salpetersäure oder Schwefelsäure Sauerstoffgas. Die sauren Auflösungen des Hydrats sind zum Theil farblos, von süß zusammenziehendem Geschmack, werden von Alkalien, blausau-

Namen der Grundstoffe	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	es nebst „Eisenoxyd“ an Siliciumsäure gebunden ist; Beimischungen, die durch Auflösen in Königswasser (salpetrichtsaures Chlor) geschieden werden.	metrium enthaltendes Hydrat. Beim Ausglühen an der Luft verliert es sein Wasser u. nimmt dagegen noch 3,75 Sauerstoff auf, damit das zimmtbraune (geruch- und geschmacklose) Oxyd (die sog. Ochroiterde) darstellend.	ren, bernsteinsauren und sauren oxalsauren Salzen weiß, vom Schwefelwasserstoff hingegen gar nicht gefällt, wohl aber vom hydrothionsauren Ammoniak, welches einen grünen, beim Trocknen braun werdenden Niederschlag erzeugt. Das schweflichtsaure Oxydul bildet blasamethystfarbene Nadeln, das schwefelsaure ein weißes Pulver; das saure schwefelsaure hat die Farbe des schweflichtsauren Salzes und krystallis. in Würfeln, Nadeln, Octaedern und straligen Prismen. Das schwefelsaure Oxyd stellt ein rothes, unlösliches Pulver dar, während das saure schwefelsaure Oxyd in goldfarbenen Säulen krystallisirt. Das in Wasser unlösliche, pulvrig weiße, schmelzbare, schwefelsaure Demetriumoxyd-Kali bildet sich aus der salzsauren Auflösung durch Zusatz von schwefels. Kali (vergl. oben b. Thorinium). Das schwarzglänzende Kohlenstoffdemetrium entzündet sich an der Luft von selbst.
27) Chrom.	Das Chromoxyd (oder die Chromsäure) wird mit Kohle heftigst geglüht. — Das grüne Chromoxyd gewinnt man gewöhnlich aus dem Chromeisenstein, indem man denselben wiederholt mit Salpeter verpuft, die alkalische Masse jedesmal auslaugt (und nach d. Auslaugen durch Salzsäure vom Eisenoxyd befreit) sämmtliche Laugen mit Salpetersäure	Graublaulich weiß, mäßig metallisch glänzend, sehr spröde, von kleinkörnigem Bruche (nach Vauquelin, von verworrenem fasrigem Gefüge). Höchst strengflüssig und feuerbeständig.	Die meisten grünfarbigen Gesteine der Talkordnung enthalten grünes Chromoxyd, welches jetzt zur Porzellan-Malerei und Glasfärbung, Behufs der Erzeugungen schmaragdgrüner Farbabstufungen benutzt wird. Mit Wasser vereint bildet dieses Oxyd ein dunkelgrünes Hydrat, das durch Erhitzen sein Wasser verliert, anfänglich schwärzlich grün wird, dann erglimmt und nun wieder hellgrünes Oxyd darstellt. Erhitzt man das Hydrat schnell unter Beitritt des Sauerstoffs, oder unter Mitanwesenheit der Salpetersäure, so bildet sich das zweite braune Chromoxyd, welches durch Glühen

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	neutralisirt, darauf das chromsaure Kali herauskrystallisirt, dasselbe in Wasser löst, durch salpeters. Merkuroxydul zersetzt und das niederfallende rothe chromsaure Merkuroxydul in einer Retorte ausglüht. Es entbindet sich Sauerstoffgas, während regulinisches Merkur übergeht und grünes Chromoxyd zurückbleibt.		unter Sauerstoff-Entbindung wieder zur grünen Oxydationsstufe zurückkehrt, und mit Salzsäure Chlor entwickelt. Erhitzt man salpetersaures grünes Oxyd bis zur theilweisen Zersetzung, löst es dann in Wasser, und zersetzt die Lösung durch Ammoniak, so fällt das rothbraune Hydrat des braunen Oxyds zu Boden, welches erhitzt das schwarze Oxyd hinterläßt. Glüht man grünes Oxyd mit Kali oder mit Salpeter, so bildet sich an Kali gebundene Chromsäure. Gewöhnlich erhält man dieselbe, indem man chromsaures Kali durch

salpetersauren Baryt fällt, und den erhaltenen Niederschlag (chromsaurer Baryt) durch Schwefelsäure zersetzt. Sie bildet dunkelbraunröthliche körnige Krystalle, oder auch ein dunkelgelbrothes Pulver, schmeckt sehr sauer, herb und metallisch, röthet Lakmus, wird durch berührende organische Substanzen, Alkohol ꝛc. zersetzt (desgleichen durch Schwefelwasserstoff, schweflichte Säure, durch Erhitzen mit Ammoniak, Kalium, Natronium ꝛc.). Sie zerfließt an der Luft, ist mithin in Wasser leichtlöslich und bildet mit Alkalien und Erden gelbe Salze. Diese in Wasser gelöst und mit Auflösungen schwerer Metalle versetzt, lassen die Chromsäure in Verbindung mit den Oxyden schwerer Metalle fallen. Also bereitetes chromsaures Bleyoxyd (eine sehr beliebte Malerfarbe) erscheint brennend hochgelb, chromsaures Silberoxyd bei vorwaltender Chromsäure) carminroth, chroms. Wismuthoxyd schön zitronengelb. Durch Abdampfen und Eintrocknen des salzsauren Chromoxyds erhält man das pulvrig rosenrothe Chlorchrom.

28) Titan (Menak).	Aus dem sog. Schörl oder Rutil d. i. natürlich. Titanoxyd, durch Schmelzung mit dem 5fachen Gew. kohlens. Kali, Aufweichung der Masse mit Wasser, Auswaschung derselben, und Erhitzung mit Salzsäure. Es bleibt weißes Titanoxyd zurück (welches man auf ähnliche Weise auch aus dem nicht selten in Gebirgsmassen verbreiteten Titan	Nach Lampadius: kupferroth, nach Laugier: goldgelb, metallisch glänzend, in Form von etwas elastischen, politurfähigen, an der Luft bald anlaufenden, äußerst strengflüßigen u. feuerbeständigen Blättchen.	Das weiße Oxyd wird durch wiederholtes Erhitzen jedesmal gelb, löst sich in wäßrigen Säuren (wahrscheinlich unter Mitanwesenheit des Kali) auf, läßt sich aus diesen Auflösungen durch Alkalien fällen, da es sich dann als weiß flockiges Hydrat ausscheidet, das sich leichter mit Säuren verbindet, als der weiße Oxyd. Die Titansalze sind theils weißliche unlösliche Pulver (z. B. das kohlensaure u. das phosphorsaure) theils gallertförmige Massen (z. B. das schwefelsaure, das basisch salzsaure) theils Krystalle: z. B. das „würfliche" salzsaure

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	eisen abzuscheiden vermag) das mit Oel und Kohle im Kohlentiegel bei heftigster Gebläshitze reducirt wird.		(in der Hitze Chlor entbindende) das „rhomboedrisch" salpetersaure (ebenfalls farblose) Titanoxyd. Gegen Kali reagirt das Oxyd als schwache Säure; das basische titansäure Kali ist im Wasser löslich. Das Phosphortitan ist eine weiße spröde, das Schwefeltitan eine spröde, metallisch glänzende Masse. In saure Titanauflösung gesenktes Zink, bewirkt anfänglich violette, dann blaue an der Luft wieder verschwindende Färbung; Zusatz von Gallustinctur fällt ein voluminöses rothbraunes Pulver.
29) Uran.	Das reine gelbe Uranoxyd wird mit 1/20 Kohlenpulver und etwas Wachs dem heftigsten Essenfeuer preisgegeben. Aus der Pechblende oder Pechuran d. i. einem natürl. unreinem Uranoxydul, erhält man das reine Oxyd durch Auflösen in Salpetersäure, Erhitzung der Auflös. bis zur Zersetz. des salpeters. Eisens, Wiederauflös. des Rückstandes in Wasser, Fällung des beigemischten Bleyoxyds durch schwefelsaures Kali, Uebersetzung des rückständigen Flüßigen mit kohlensaurem Kali, Uebersetzung mit Schwefelsäure, Fällung mit Kali, Ausziehung des Kupfers aus dem Niederschlage durch wäßriges Ammoniak, Auswaschung Trocknung und ge-	Dunkeleisengrau, stark metallartig glänzend, unter dem Mikroskop aus feinen metallisch glänzenden Nadeln zusammengesetzt. Sehr strengflüßig, u. sehr hart. (Uranglimmer und Uranocher enthalten das gelbe Oxyd, oder vielmehr die Uransäure.)	Erhitzt man das Metall an der Luft bis zum Glühen, so entzündet es sich wie eine Kohle, schwellt auf, und verwandelt sich in das zartpulvrige, grauschwarze Oxydul, dessen grüne Auflösung in Säuren durch Alkalien es als grünes Hydrat fallen lassen, durch kohlensaure Alkalien und Galläpfeltinctur „grün" u. durch eisenblausaures Kali „bräunlichroth" gefällt werden. Das Oxyd geht durch Erhitzen in Oxydul zurück, bildet mit Säuren gelbe meist lösliche, rein zusammenziehend schmeckende, zum Theil in Alkohol und in Aether lösliche (und dann durch Sonnenlicht schnell in Oxydulsalze verkehrbare) Salze, welche durch Kali u. Natrum gelb, durch eisenblaus. Kali braunroth, durch hydrothionsaures Alkali bräunlich gelb, durch Galläpfeltinctur chocoladebraun gefällt und durch überschüßiges Alkali wieder aufgehellt werden. Durch Erhitzung zersetztes sapeters. Oxyd zeigt saure Eigenschaften u. scheint eine eigene Säure: Uransäure zu bilden.

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	linde Erhitzung des Rückstandes, der das bräunlichgelbe Oxyd darstellt.		
30) Scheel, (oder Wolfram).	Man scheidet das Scheel, indem man zuvor dessen Säure, die mit Kalk als Tungstein oder Schwerstein und mit Eisen und Manganoxyd als „Wolfram" vorkommt, durch Kochung mit Salzsäure frei macht, dann das rückbleibende gelbe Pulver, die Säure, mit Ammoniak auflöst, wider eintrocknet und mit etwas Kohlenpulver im Kohlentiegel $^1/_2$ Stunde heftigst erglüht.	Stark glänzende, grauweiße, harte, spröde, äußerst strengflüßige und feuerbeständige Körner (die unter dem Zutritt der Luft erglüht, wieder in gelbe Säure (Scheelsäure, Wolframsäure oder Tungsteinsäure) übergehen.	Die Oxydation des Scheels an der Luft, erfolgt bei heftiger Erhitzung unter Feuerentwickelung (auch in Chlorgase verbrennt Scheel mit dunkelrothem Lichte (flüchtiges, pomeranzengelbes, Wasser zerlegendes Chlorscheel bildend). Schwefel bildet mit Scheel eine blauliche, bröckliche Masse; auch der Phosphor verbindet sich mit dem Scheel. — Läßt man über in einer Glasröhre erglühter Scheelsäure Wasserstoffgas streichen, so erhält man das pulvrige flohbraune Scheeloxyd, das sich an der Luft entzündet und zu Scheelsäure verbrennt. Diese geht in indigblaue scheelichte Säure über, durch Erhitzen des scheelsauren Ammoniaks (oder durch Schütteln der gelben Säure mit salzsaurem Zinn) beide sind schmacklos und wirken nicht auf Lakmus, bilden hingegen mit Basen die scheelichtsauren u. scheelsauren Salze. Unter diesen ist das farblose scheels. Ammoniak in 4seitig. Nadeln krystallisirbar das weiße pulvrige scheels. Kali (aus der wäßrigen Lösung durch Eindampfen sich abscheidend) unkrystallinisch, das salpeterscheelsäure Kali (welches beim Vermischen des flüßigen scheelsauren Kali mit Salpetersäure sich als weißes, am Lichte gelb werdendes Pulver ausscheidet) weiß, sauer, Lakmus röthend, bitter schmeckend, in 20 Th. siedend Wasser löslich, und das scheels. Natron in fast würflichen Rhomboedern oder in 4seitige Säulen von Perlmutterglanz krystallisirend. Die meisten Säuren fällen aus

Namen der Grundstoffe	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
			dem scheelf. Natron oder Kali ähnliche dreifache, saure Verbindungen, als das „salpeterscheelsaure Kali" darstellt. Die Bittererde bildet mit der Scheelsäure leichtlösliche Schuppen; Baryt und Kalk erdige unlösliche Salze.
31) Molybdän (oder Wasserblei).	Wird aus dem Schwefelmolybdän, (Molybdänglanz oder sog. Wasserbley) durch schweflichte Säure erzeugendes Erhitzen an der Luft erhalten, indem man die hiebei erzeugt werdende weiße Molybdänsäure mit Kohle wie die Scheelsäure behandelt	Silberweiß, stark metallisch glänzend einigermaßen dehnbar, 12löthig Silber ritzend, im heftigsten Essenfeuer nur unvollkommen schmelzend.	Erhitzt man das Molybdän an der Luft, so geht es nach und nach über in: hellbraunes Suboxyd, oder violettbraunes (mit Salpetersäure stark aufbrausendes) Oxydul, blaue molybdänichte Säure (die in Wasser leicht löslich ist, dasselbe dunkel saphirblau färbend, und deren Verbindungen mit andern Säuren sowohl als jene mit Basen schön blau sind; z. B. das unter dem Namen blauer Mi-

neralcarmin bekannte molybdänichtsaure Zinnoxyd) hellblaue mittlere Molybdänsäure, gelbe dritte Molybdänsäure (sich sonst auch bildend in der etwas Alkali haltigen, erhitzten wässrigen Lösung der molybdänigen Säure) und weiße (sich in kleinen Nadeln sublimirende) Molybdänsäure, die durch Erhitzen in die gelbe Säure zurückkehrt, beim Erkalten aber wieder zur weißen wird. Sie schmilzt bei niederer Temperatur, ist bei höherer flüchtig, schmeckt scharf und röthet, wie die Vorhergehenden, Lakmus. Sie fordert 500 Th. kaltes und etwas weniger heißes Wasser zur farblosen Lösung. Mit den Säuren vereint sie sich zu meist gelbbraunen Doppelsäuren; mit etwas Schwefelwasserstoff kehrt sie in die blaue Säurungsstufe, mit viel in schwarzes Schwefel-Molybdän. Viel hydrothionsaures Ammoniak bewirkt einen röthlich braunen Niederschlag. Die molybdänsauren Salze sind meist farblos oder gelblich; z. B. durch Digeriren des gerösteten Molybdäns mit Ammoniak gewinnbares, beim Abdampfen eine breiig farblose und beim Eintrocknen zur durchscheinend streifigen säuerlichen Masse erhärtendes, bei langsamer Verdunstung als neutrales Salz krystallisirendes molybdänsaures Ammoniak; das farblose krystallisirbare neutrale und saure molybdäns. Kali; und das ebenfalls leichtlösliche und krystallinische molybdänsaure Natron; ferner die erdig pulvrigen schwer- oder unlöslichen farblosen Verbindungen mit Baryt, Kalk, Strontian, Bittererde und Alaunerde und das gelbe molybdänsaure Bleioxyd (Gelbbleierz). Molybdän, Zink und Eisen, wie auch wässrige Salzsäure bringen die in Wasser gelöste Säure zur blauen Säure zurück. Salzzinnoxydul fäll't aus den lösl. molybdänsauren Salzen. Richters blauen Carmin; s. oben.

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
32) Mangan, (oder Braunsteinmetall, oder Manganes, oder Magnesium).	Das feinzerriebene Oxyd wird wiederholt mit Oel angefeuchtet, endlich mit Oel u. gepulvertem Harz zum Teige geformt, darauf in den Kohlentiegel gepreßt, und dem heftigsten Essenfeuer ausgesetzt. Da das Metall sich leicht oxydirt, so wird es in einem umgestürzten mit Merkur gefüllten Glase aufbewahrt.	Grauweiß, mäßig glänzend, weicher als Roheisen, (sehr spröde, ziemlich leicht zersprengbar) von sehr feinkörnigem Gefüge. Es ist höchst feuerbeständig und äußerst strengflüssig.	An der Luft entwickelt das sich oxydirende Mangan einen höchst stinkenden Fettgeruch, läuft gelb und violett an und zerfällt endlich zu hellbraunem Oxyd, das sehr bald nachdunkelt und endlich ins schwarze Oxyd (Hyperoxyd) übergeht. Auch unter lufthaltigem Wasser, Weingeist ꝛc. erfolgt die Oxydation. Man unterscheidet a) das graulichgrüne Protoxyd, welches mit Wasser das weiße (den meisten Mangansalzen zur Grundlage dienende) Hydrat giebt; b) das gräulich hellbraune

Deutoxyd und c) das schwarze Hyperoxyd, wohin das natürliche Grau Manganerz (Braunstein) gehört. Das Wasserstoffgas löst etwas Mangan auf, stinkenden Asand- oder Fettgeruch (s. oben) verbreitend. Der Kohlenstoff verbindet sich in zwey Verhältnißen mit dem Mangan, darunter der künstliche Kohlereiche Mangangraphit. Schwefel und Phosphor einen sich gleichfalls damit; ersterer bildet das grauschwarze, wenig glänzende Wasser und wäßrige Säuren schnell zersetzende (daher zur Bereitung des Schwefelwasserstoffgases benutzbare) Schwefelmangan, welches man durch Glühen von Schwefel mit dem (zuvor mit Kohle geglühtem) Rückstande von der Bereitung des Sauerstoffgases aus Braunstein erhält, letzterer giebt damit eine weiße, spröde, schmelzbare, luftbeständige Masse, von körnigem Gefüge. Mit Silicium bildet das Mangan äußerst harte, Glas schneidende, stahlähnelnde Massen. Das schwarze Manganoxyd wird der Glasfritte in geringer Menge zugesetzt, um das Glas farblos darzustellen (daher die ältere Benennung: Glasmacherseiffe) in großerer Menge hinzugefügt, bildet es amethystfarbene und violette Farbenabstufungen, und gemeinschaftlich mit gelbem Eisenoxyd das Grünfärbende des gemeinen Bouteillenglases. Die Mangansalze werden durch kohlensaure und blausaure Alkalien „weiß“ durch Schwefelwasserstoff und durch Gallussäure gar nicht, durch Aetzalkalien „weiß oder röthlich“, durch hydrothionsaure Alkalien „weiß oder blaulich“ gefällt, sind theils löslich, (z. B. das in 4seitigen oder 6seitigen Säulen krystallis., blaßrosenrothe, durch Wasserverlust zum weißen Pulver zerfallende schwefelsaure Oxydul, das „farblose“ saure, schwefelsaure Oxydul, das saure dunkelviolette flüßige schwefelsaure Oxyd, das rosenrothe in 4seitige Tafeln krystallisirende salzsaure, das weiße, in gestreiften Nadeln krystallisirende salpetersaure und das schwefelblausaure) theils pulvrig und unlöslich; zu den letzteren gehören das weiße flussaure, kohlensaure das phosphorsaure Oxydul. Glüht man 3 Th. gepulverten Salpeter mit 1 Th. damit innig gemengten natürl. schwarzen (als solches stets etwas Kalk, Eisen, Kupfer und Bleyoxyd enthaltenden) Manganoxyds, oder 2 Th. Kali mit 1 Oxyd, bis die Masse bröcklich wird, so bildet sich das sogenannt. mineralische Chamäleon; s. oben

§. 303. Etwas laufendes Merkur zersetzt die das Geschmacksorgan wenig reitzende wässrige Lösung desselben auf der Stelle, indem sich braunes Oxyd ausscheidet, und (etwas Mangansäure zurückhaltendes?) flüssiges Aetzkali darüber steht. Das Merkur verliert dadurch an Flüssigkeit. (Scheelsaures Kali zeigt die Phänomene des reinen Chamaeleons nur in sofern, als es Mangansaures Kali beigemischt enthielt; §. 301.) Das schwarze Hyperoxyd benutzt man außer den oben bemerkten Verwendungen für sich zur Darstellung des Sauerstoffgases (mittelst Durchglühung in Retorten) oder zu demselben Zwecke durch Sieden mit Vitriolöl (über der Weingeistlampe) und zu jener des Chlorgases. Die Rückstände der letzteren beiden Arbeiten können zur Darstellung eines reinen Oxyds verwendet werden. Im Chlorgase verbrennt das Mangan zum nelkenbraunen, flüchtigen Manganhaloid.

Namen der Grundstoffe	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
33) Tellur, (oder Sylvan).	Erhitzt man trocknes, mit Oel befeuchtetes Telluroxyd in einer Retorte, so findet man das Metall theils auf dem Boden der Retorte, theils in deren Halse sublimirt.	Bläulich grauweiß, stark metallisch glänzend, von blättrigem Gefüge, sehr spröde, leicht zerreiblich, strengflüssiger als Bley leichtflüssiger als Arsenik, nach dem Schmelzen bald siedend.	Ueber den Schmelzpunkt erhitztes Tellur verbrennt mit lebhafter blau-grünlicher Flamme, in weiße rettigartig riechende, das weiße Telluroxyd darstellende Dämpfe übergehend. Dasselbe erhält man auch aus der salpetrichtsalzsauren Auflösung durch Fällung mit Kali. Es schmilzt leicht, wird dann beim Erkalten strohgelb, strahliges Gefüge annehmend, und wird durch Kohle schon bei niederer Temperatur, durch eine Art Verpuffung zersetzt. Es giebt mit farblosen Säuren farblose Salze, von denen einige (z. B. das salzsaure) durch Verdünnung mit Wasser, sämmtliche durch Aetzalkalien zersetzt werden. Letztere, im Uebermaße zugefügt, lösen das gefällte Oxyd wieder auf, welches gegen dieselben als schwache Säure wirkt. Hydrothionsäure fällen sie braun oder schwärzlich; Galläpfeltinctur isabellgelb; Zink, Eisen, Stibium als schwärzes, durch Reiben Metallglanz annehmendes Pulver. Eisenblausaures Kali trübt sie nicht. Bildet das Tellur den negativen Drath der galv. Säule und reichen beide Poldräthe in Wasser, so erzeugt sich am genannten Pol, theils braunes pulveriges Wasserstofftellur, theils mit Purpurfarbe sich l

nder Tellurwasserstoff, der für sich ein dem Schwefelwasserstoff ähnlich, widrig riechendes (irrespirables, entzündliches) Gas darstelle, ls durch Waschen mit Wasser in zweierlei Gase: Tellur mit 2 chemischen nth. Wasserstoff u. Tellur mit 1 Antheil Wasserstoff (Hydrotellur-äure) zerfällt. Letzteres ist Wasser röthlich färbend, läßt durch Zu-tz von Chlor „metallisches Tellur" fallen, wobei sich Salzsäure bildet, nd verbindet sich mit Alkalien zu hydrotellursauren Salzen. er Schwefel schmilzt mit dem Tellur zur bleigrauen, straligen Masse. . Th. Tellur mit 100 Vitriolöl begossen, färbt dieses schön carmoi-nroth; etwas zugefügtes Wasser zerstört die Farbe unter Fällung hwarzer Flocken.) Im Chlorgase verbrennt das Tellur zum durch-scheinend leichtflüßigen, flüchtigen Tellurhaloid. — Tellur und alium einen sich unter heftigster Feuerentbindung, zur dun-kelkupferfarbenen, spröden, Wasser zersetzenden und sich dadurch in hy-drotellursaures Kali wandelnden Masse. Aehnlich verhält sich das atronium.

Namen der Grundstoffe	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
34) Arsenik (Scherbenkobold, Fliegengift).	Dieses sehr verbreitete Metall, welches sich dem Selen zunächst anschließt, wird im Großen durch Rösten arsenikalischer Erze gesammelt, in Oefen, welche mit langen Rauchfängen (Giftfängen) versehen sind. Es sublimirt sich neben arsenichter Säure u. Schwefelarsenik.	Weißlichgrau, stark metallisch glänzend, blättrig, in Oktaedern u. Tetraedern krystallisirend, mäßig hart, wenig spröde, durch Reiben noch mehr durch Erhitzen und Verflüchtigen, knoblauchartig riechend. Verdampfend bei 180° G. ohne zu schmelzen.	Schon bei andaurender Luftberührung zerfällt das Arsenik in schwarzes Pulver, ein Gemenge von Metall und braunem Suboxyd. Letzteres gewinnt man, indem man weißen Arsenik (arsenichte Säure) in Salzsäure auflöst und mit salzsaurem Zinnoxydul oder mit Zinn erhitzt. Die erwähnte Säure bildet sich, wenn das Arsenik an der Luft bis zum Verdampfen erhitzt wird, (so das er mit blauer Flamme brennt). Durch erneute Sublimation eint sich die arsenichte Säure zu glasiger Masse, und ist dann weiß, von muschligem Bruch, spröde, durchscheinend, durch angezogenes Wasser trübe werdend, löst sich in Wasser, wässriger Salzsäure (daraus in Nadeln, Octaedern und Tetraedern krystallisirend) schmilzt bei plötzlicher Erhitzung zum Glase, verflüchtigt sich bei niederer Temperatur als das Metall, schmeckt herb metallisch, hintennach etwas süßlich und riecht knoblauchartig. Sie ist, wie alle Verbindungen des Arseniks mit Sauer- oder Wasserstoff, sehr giftig, und wird durch Kohle (Phosphor, Schwefel) und durch Kalium und Natronium unter Feuerentwickelung reducirt. In 100

kalten und 13 Th. kochenden Wassers löst sie sich, zur wasserhellen, Lakmus röthenden Flüßigkeit, mit Salzbasen die arsenichtsauren Salze darstellend, unter denen die löslichen sonst Arsenikleber n genannt wurden, welche durch Kupferoxydammoniak gelblich grün, durch salpetersaures Silber orange gelb, beim Trocknen braun werdend, durch Hydrothionsäure gelb und durch damit erhitztes salz. Zinnoxydul kastanienbraun gefällt werden. — Leitet man Chlorgas in mit Wasser gemengte arsenichte Säure (oder erhitzt man letztere mit salpetrichter Salzsäure) so bildet sich Arseniksäure. Dieselbe wird auch an Kali gebunden erhalten, wenn man arsenichte Säure mit Salpeter verpuft (Macquer's arsenikalisches Mittelsalz). Sie ist starr, weiß, schmelzbar, nach dem Schmelzen durchsichtig, glasig, Lakmus stark röthend, von anfänglich schwachem, dann stark ätzend sauren Geschmack und das furchtbarste aller Mineralgifte. Ihre Desoxydation mittelst Kalium, Natronium ꝛc. sind mit Feuerentwickelung verbunden. Da sie an feuchter Luft zerfließt, so löst sie sich auch leicht im Wasser, stumpft Salzbasen vollkommen ab, damit arseniksaure Salze bildend. Diese sind bei heftiger Glühhitze beständig (mit Ausnahme des arseniksauren Ammoniaks, das als neutrales Salz in 4seitigen Säulen, basisch reagirend, erhitzt Stikgas und arsenichte Säure gebend, als saures in sauer schmeckende Nadeln anschießt). Das neutrale arseniksaure Kali bildet eine unkrystallinische, glasig schmelzende, Veilchensaft grünende, zerfließliche, das saure arseniksaure Kali (Macquer's Salz) in 4seitigen Säulen und Nadeln krystallisirendes, Lakmus röthendes, leichtlösliches Salz. Aehnlich denselben verhält sich arseniksaures Natron, Baryt, Strontian und Kalk. Letzteres ist als neutrales Salz unlöslich, und findet sich in der Natur als Pharmakolith. Letzteren Salzen ähnelnd sind die der Bittererde, Yttererde, Alaunerde, Manganoxydul, Demetriumoxydul und Kobaltoxyd. Letzteres bildet als neutrales Salz einen rosenrothen Niederschlag und als saures, eine flüssige saure Substanz (sog. Kobaltsäure). Im Chlor verbrennt das Arsenik zum ätzenden, öligtropfbaren, noch bei — 29°6' tropfbar bleibenden, an der Luft weiße Dämpfe entbindenden Gemisch (Arsenikbutter oder Arseniköl), welches Wasser zersetzt, Phosphor auflöst (dadurch leuchtend werdend) und in der Kälte größtentheils wieder fallen läßt, in der Wärme Schwefel auflöst, der beim Erkalten ebenfalls zum größeren Theile sich ausscheidet, viel Phosphorgas verschluckt und bei Zumischung von Wasser wieder entlöst, und Terpentinöl, Olivenöl und Colophonium auflöst. Der Wasserstoff giebt mit dem Arsenik das bei — 40°0' tropfbar werdende, widrig riechende, Ekel erregende, tödtliche, durch Salpetersäure, Chlor und Wasser zersetzbare, durch Zinn und Kalium seines Metalls beraubt werdende, mit Salzbasen nicht einbare, in Wasser wenig, in Terpentinöl [illegible] lösliche Arsenikwasserstoffgas. Schmelzende Arseniksaure [illegible] Siliciumsäure zur glasigen Verbindung auf; viel arsenichte S[illegible] dem Glase beigefügt, macht es milchig. Der Phosphorarse[nik] ist schwarzglänzend, oxydirt sich an der Luft, zersetzt aber nicht das [illegible] [illegible] Der Schwefel bildet mit dem Arsenik das rothe (Realg[ar], Sandarach, Rubinschwefel) das gelbe (Operment, A[uri]pigment, Rauschgelb) und das bräunlichgelbe Schwef[el]arsenik, von denen die beiden ersteren natürlich gebildet vorkom[men]. Versetzt man wäßrige arsenichte Säure mit Hydrothionsäure, so [bil]det sich flüßige gelbe hydrothionsaure arsenichte Sä[ure]. Zusatz einer stärkeren Säure (z. B. Schwefelsäure) macht pulvrigen den Schwefelarsenik ausscheiden.

...amen der ...und-...offe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
35) ...ti- ...um, ...pieß ...anz, ...der ...ieß- ...as).	Findet sich sparsam gediegen, häufiger als Schwefelstibium, (Grauspießglanzerz) und wird aus letzterem unter andern durch Rösten und Schmelzen des Rückstandes mit 1½ Th. Weinstein als Metall (Regulus Antimonii) ausgeschieden.	Weißlich bläulich, von blättrigem u blättrigstrahligem Gefüge, in Octaedern und Dodekaedern krystallisirend. Mäßig hart, sehr spröde, leicht flüßig und sublimirbar.	Bildet mit dem Sauerstoff das schwarze Suboxyd (mit Metall und Stibiumsäure gemengt als Spießglanzasche bekannt) Castanienbraunes Oxydul, gelbes Oxyd (mit dem vorhergehenden ein oranges Gemenge bildend), weißliches sublimirbares Oxyd, weiße stibichte und weiße Stibiumsäure: die erstere Säure liefert die Natur als Stibiumocher u. als Weißstibiumerz und die Kunst als

Spießglanzblumen; die letztere, durch Erhitzen bis ins Orange gelbende erhält man an Kali gebunden durch Verpuffen des ...biums mit Salpeter (sog. schweißtreibendes Spießglanz) für sich durch Erhitzen des Stibiums mit Salpetersäure oder mit ...em Merkuroxyd. Die Auflösungen der Oxyde in Säuren sind theils ...blos (z. B. weißes neutrales, basisches und saures schwefelsau..., basisches salzsaures — sonst Algarothpulver oder Le...smerkur genanntes — und saures salzsaures, weinsau... Kali-Stibiumoxyd oder sog. Brechweinstein) theils gelb ...B. das in feinen Nadeln krystallisirende, durch Wasser in farblo... ...res und basisches salzsaures Oxyd zerfallende neutrale salzsaure ...yd) theils roth (z. B. das wasserhaltige Schwefelstibium, ...wefelstibiumhydrat, oder der sog. Mineralkerams). Die ...ichte Säure wirkt nicht brechen erregend, was die meisten Stibi...oxydsalze thun, und röthet Lakmus nicht, giebt mit Alkalien farblose, ...) die meisten Säuren zersetzbare Salze, wobei sich die stibichte Säure ...Hydrat ausscheidet. Die Stibiumsäure bildet mit dem Was... ...benfalls ein Hydrat (z. B. beim Zersetzen des stibiumsauren Kali ...Salpetersäure) röthet Lakmus, bildet farblose, bei vorwaltender Säure ...sliche Salze, die selbst durch Kohlensäure zersetzt werden. Im Chlor... verbrennt das Stibiumpulver zu Chlorstibium; gewöhnlich ...man eine ähnliche Verbindung durch Destillation von 2½ Th. ...kurhaloid (Aetzsublimat) und 1 Th. Stibium oder aus 1 Schwe...stibium und 2 Aetzsublimat (wobei sich Schwefelmerkur bildet) ...orm eines öligzähen (sonst Spießglanzöl oder Spießglanz... ...ter genannten) Destillats dar. Versetzt man irgend eine saure Sti... ...auflösung mit Schwefelwasserstoff oder auch hydrothionsau... Alkali) so erfolgt ein lebhaft oranger Niederschlag, beste... ...aus hydrothionsaurem Stibiumoxyd, ganz ähnlich dem sog. gold... ...enem Spießglanzschwefel, der gewöhnlich durch Lösen des ...biumschwefelkali oder auch des Stibiumschwefelkalk ...die sog. alkalische und die erdige Spießglanzschwefel... ...r) in Wasser und Fällung durch verdünnte Säure (z. B. verdünnte ...efelsäure oder durch gereinigte Holzessigsäure, oder verdünnte Salz...). Der Phosphor bildet mit dem Stibium eine weiße, spröde, ...lisch glänzende, auf dem Bruche blättrige, auf glühenden Kohlen ...ich entflammende Masse. Kalium und Natronium machen ...Stibium (desgleichen das Wismuth) weicher und etwas dehn... wenn sie in kleinen Mengen zugesetzt worden; z. B. durch Umschmel...

zen des Stibium mit Borax und Kohle. Mehr Kalium, z. B. 1 Maaß gegen 4 Maaß gepulvertes Stibium, entwickeln bei der Vereinigung mit Stibium Feuer, und geben ein sprödes, feinkörniges, fast zinnweißes Metall. Mit Jod bildet das Stibium eine dunkelrothe leichtflüßige, im Wasser lösliche und mit Kali einbare Masse.

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
36) Wismuth, (oder (Markasit).	Mittelst Ausschmelzung des gediegenen Wismuths aus d. Gangart; desgleichen aus sauren Auflösungen durch Zinn oder durch Galvanisirung; S. 388.	Blasröthlich weiß, von mittlerem Glanze, in Octaedern und Würfeln krystallisirend, Blätterdurchgänge nach den Seitenflächen des Octaeders zeigend, leichtflüßig, bei einer beträchtlich höheren Temperatur als 255° C. siedend, verdampfend u. sich in Blättchen sublimirend. Mäßig hart, kaum klingend, sehr spröde, nach vorgängiger Erhitzung etwas streckbar und durch Hämmern verdichtungsfähig.	Schon bei der gewöhnlichen Temperatur läuft das Wismuth an der Luft grau an; erhitzt bildet sich eine graue (nach der Wegnahme sich erneuernde) Haut, die sog. Wismuthasche, ein Gemenge aus purpurbräunlichem Suboxyd, gelbem Oxyd und etwas weißem Wismuthoxydhydrat (sich bildend durch Anziehung der Luftfeuchte). Begießt man das Suboxyd mit Salzsäure, so zerfällt es in rückbleibendes Metall und aufgelöst werdendes Oxyd. Siedendes Wismuth verbrennt an der Luft mit bläulichweißer Flamme zu weißem rauchförmigen Oxyd (sog. Wismuthblumen). Dasselbe Oxyd bildet sich durch Zerlegung der Salzsäure mittelst des Metalls, in Wasserstoffgas, das etwas Wismuth auflöst u. als Wismuthwasserstoff eigenthümlich widrig, der Hydrothionsäure ähnlich riecht) u. Chlor, das sich mit dem Metalle zu Chlorwismuth verbindet (welches, wie viele Chlormetalle, das Wasser zerlegt, und in salzsaures Oxyd übergeht). Das Chlorwismuth erhält man auch durch das mit bläulichem Lichte statthabende Verbrennen des Wismuthpulvers in Chlorgas, und sonst durch Destillation von 1 Wismuth u. 2 Aetzsublimat, da es dann Wismuthbutter genannt wurde, und in Form einer bräunlich körnigen Masse erschien. Erhitzt man das neutrale in Säulen krystallisirende salzsaure Wismuthoxyd, so geht es unter Wasserentbindung in Chlorw

muth über. Jod giebt mit Wismuth eine braune lösliche Masse. Vom Phosphor wird nur wenig aufgenommen, zum spröden, grünlich brennenden, metallisch glänzenden Gemisch. Den Schwefelwismuth liefert die Natur als bleygrauer, nadelförmig krystallisirter Wismuthglanz, der strengflüßiger als Wismuth ist, Hydrothionsäure fällt Wismuthsalze bräunlichschwarz; reine, kohlensaure und eisenblausaure Alkalien hingegen weiß; Galläpfeltinctur pomeranzengelb. — Wasser fällt aus den sauren Auflösungen des Oxyds das weiße Wismuthhydrat; Weingeist in krystallinisch glänzend weißen Schüppchen. — Schweflichte Säure, Kohlensäure, Boraxsäure und Arseniksäure erzeugen mit dem Oxyde weiße, pulvrige, unlösliche Salze, Chromsäure ein zitronengelbes (s. Chrom) unlösliches, Molybdänsäure ein wenig lebhaft zitronengelbes in 500 Th. Wasser lösliches Salz. Schwefelsäure, Phosphorsäure, Salpetersäure geben mit dem Oxyde salzige Massen, oder Flüßigkeiten, die durch Wasserzusatz in weißes, unlösliches, pulvriges, basisches und saures lösliches Salz zerfallen. Hieher gehört die Fällung der salpeters. Auflösung durch Wasser Behufs der Darstellung des basisch salpeters. Wismuthoxyds oder sog. Wismuthweiß, Schminkweiß, Perlweiß oder spanisch Weiß. Erhitzt man das reine Oxyd, so nimmt es anfänglich eine pomeranzengelbe, dann eine röthlich gelbe Farbe an, und schmilzt endlich zu einem durchsichtigen, gelblich grünen Glase. 1 Maaß Kalium und 4 Maaß Wismuthpulver geben eine leicht zu Stande kommende Legirung von klein blättrigem Gefüge, welches starr, spröde, sehr leichtflüßig und leicht oxydirbar ist, Wasser u. noch mehr wäßrige Säuren mit Brausen zersetzt. Man benutzt das Wismuth zu leichtflüßigen Metallothen (oder Löthmetallen) und einigen weißen Metallcompositionen. Merkur gewinnt durch etwas Wismuthzusatz an Flüßigkeit und Destillation scheidet beide Metalle nicht. Ein Gemisch aus 2 chem. Anth. Wismuth, 1 chem. Anth. Bley und 1 Zinn (oder aus 67,5 W., 100 B. u. 55 Z.) schmilzt schon etwas unter Wassersiedhitze.

...nen der ...nd-...ffe	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
37) ...o... ...lt.	Wird gewöhnlich aus dem Pflanzkobalt (Arsenikkobalt) oder aus dem Speisekobalt („Arsenik" haltiger "Eisen" kobalt) geschieden, indem man dieselben zuvörderst röstet, dann mit wäßriger Schwefelsäure digerirt, die gewonnene Auflösung eintrocknet, ausglüht, in Wasser löst, die Lösung mit Natron bis zur Erscheinung eines rohnblauen	Schwach metallisch glänzend, röthlichgrau, ziemlich hart, sehr spröde, von blättrigem Gefüge, leichtflüßiger als Eisen, strengflüßiger als Gold. (Als Kobaltoxyd liefert es die Natur mit „arsenichter Säure" verbunden in	Oxydirt sich beim Glühen an der Luft zu grauem Kobaltoxydul und zum grünen Kobaltoxyd, welche aufgelöst erscheinen, wenn man Kobalt mit verdünnter Schwefel-, Salz- oder Salpetersäure, oder mit conc. Schwefelsäure erwärmet; in den ersten beiden Auflösungsfällen entweicht Wasserstoffgas, in dem 3ten Salpetergas, im letzten schweflichtsaures Gas. Dasselbe Oxyd erhält man auch durch Ausglühen des kohlensauren Kobaltoxyds, bei abgehaltenem Luftzutritt. Fällt man es aus seinen sauren Auflösungen, so erfolgt das blaue Hydrat mit dem Maximum

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	Niederschlägs versetzt, durchseihet, u. das Durchgelaufene nun vollkommen mit Natron fällt. Der blaue Niederschlag ist Kobaltoxydhydrat, das ausgeglüht und mit Kohle beschickt, bei Weißglühhitze im Kohlentiegel reducirt wird.	der Kobaltblüthe und in dem braunen als Hyperoxyd im schwarzen Erdkobalt.	von Wasser (Kobaltoxydwasser) das durch mäßiges Sieden der Flüßigkeit, unter Abhaltung des Luftzutritts in das 2te rosenrathe Hydrat (Wasserkobaltoxyd) übergeht, das durchglüht 21 pCt. Wasser verliert und in den unlöslichen pfirsichblüthrothen und neben dem 1sten Hydrat in den löslichen karmoisinrothen Kobaltsalzen enthalten ist. Das blaue Hydrat löst sich in Ammoniak

mit röthlicher brauner Farbe auf; die Auflösung läßt in heißes Wasser gegossen blaue (Hydrat-), in kaltes (Luft. haltiges) grüne (Oxyd-) Flocken fallen, zieht aus der Luft Kohlensäure an, damit eine basische karmoisinrothe, durch Wasser nicht trübbare Flüßigkeit bildend, welche nach und nach durch Anziehung größerer Mengen von Kohlensäure blaß roth wird und endlich kohlensaures Kobaltoxyd in Form kleiner rother Krystalle absetzt. Während das Oxyd in wäßrig kohlensauren und siedendem ätzenden Kali unauflöslich ist, wird das blaue Hydrat von ersterem zur rothen von letzterem zur blauen, durch Wasser zersetzbaren Auflösung aufgenommen; das Oxyd schmilzt hingegen mit Aetzkali, demselben Wasser entziehend, zum blauen Glase zusammen. Auf gleiche Weise verhält sich das kohlensaure und ätzende Natron. Wird der Masse zum blauen Glase gleich anfänglich Siliciumsäure (Sand) zugesetzt, so erhält man das blaue Kobaltoxyd haltige Glas, welches gemahlen im Handel unter dem Namen Schmalte vorkommt; u. dessen Kobaltoxyd, bevor es zu Glas verschmolzen wird, Zaffer oder Zaffera heißt. Das sich am Boden der zur Schmaltebereitung gebrauchten Häfen absetzende (etwas Kobalt, mehr Arsenik und viel Nickel, nebst Eisen ꝛc. enthaltende) Metallgemisch, führt die Benennung Kobaltspeise. Das blaue Hydrat dient für sich und in Verbindung mit Phosphorsäure, Arseniksäure und das Ultramarin vertretend, als Malerfarbe (Abichs und Thenards Blau). Setzt man das feuchte Hydrat der Luft aus, oder glüht man das Oxyd gelinde an der Luft, oder schüttelt man es (oder das Hydrat, oder das kohlensaure Oxyd) mit wäßrigem Chlor, oder glüht man salpeters. Oxyd gelinde, so bildet sich das schwarze Hyperoxyd (durch Olivengrün allmählig in Schwarze übergehend), das durch heftiges Glühen in Sauerstoffgas und Kobaltoxyd, durch Schwefel- und Salpetersäure in dasselbe Gas und Kobaltoxydsalz zerfällt, durch schweflichte und salpetrichte Säure hingegen in schwefelsaures (mit Hülfe des Wassers in karmosinrothen unregelmäßigen, metallisch bitter schmeckenden, luftbeständigen, erhitzt Wasser aber nicht Säure verlierenden und dann rosenroth erscheinenden, s unter dem Namen Kobaltvitriol vorkommenden, unregelmäßigen Octaedern anschießendes) und salpetersaures (in kleinen rothen Säulen krystallisirendes, in der Hitze — ohne Wasser zu verlieren — blau, und in der Kälte — ohne Wasser anzuziehen — wieder roth werdendes, zerfließliches) Kobaltoxyd übergehend. Das durch Wechseltausch gebildete kohlensaure, boraxsaure, phosphorsaure und arseniksaure Oxyd, bildet theils rosen-, theils pfirsichblüth

bene Pulver, das eisenblaue einen bräunlichgelben Niederschlag. Galläpfeltinctur fällt die Auflösungen „gelblichweiß", Schwefelwasserstoff nur die neutralisirten Auflösungen „schwarz"; Zink läßt sie unzersetzt. Der Phosphor bildet mit dem Kobalt eine spröde, nadelförmig gefügte Masse, die etwas schmelzbarer als das Metall ist, an der Luft glanzlos wird und erhitzt zu dunkelblauem Glase verbrennt. Schwefel vereint sich mit dem glühenden Metall unter Feuerentwickelung zur gelblichweißen, metallisch glänzenden Masse. Kohlenstoff giebt mit dem Metalle das feinkörnige sog. reine Kobalt. Chlor verbrennt das Metall zu einem sublimirbaren, nach der Sublimation weinblüthfarbnem, lockeren Haloid, das sich nach 12 Stunden im Wasser in salzsaures Oxyd verwandelt. Dieses (auch durch Auflös. in Salzsäure erzeugb.) Salz, ist als conc. Auflösung blau, als verdünnte roth, giebt blaue, durch Zerfließen sich röthende Krystalle, deren wäßrige Lösung die sog. grüne sympathetische Tinte. Damit gebildete Schriftzüge werden erhitzt, bei vorwaltender Säure grün, sonst blau, während sie erkaltend wieder verschwinden; das essigsaure Oxyd verhält sich ebenso. Die rosenrothe Auflösung der wäßrigen Flußsäure entläßt kleine rosenrothe Krystalle. Auch das Hyperoxyd scheint statt schwacher Säuren etwas Wasser aufnehmen zu können, damit ein rothbraunes Hydrat bildend, welches durch Aussetzen des rothen Hydrats an der Luft entsteht. Anderen Metallen (z. B. dem Golde, Silber, Zinn, Kupfer, Nickel, Bley, Eisen und Arsenik) beigemischt, bewirkt das Kobalt (oder erhöht es die vorhandene) Sprödigkeit.

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
38) Nickel.	Wenn das seltene gediegene Nickel (sog. Haarkies) abgeht, zieht man dieses Metall gewöhnlich aus dem gerösteten Kupfernickel (d. i. Arsenik, Schwefel und Eisen 2c. haltiges Nickel) oder aus der gerösteten Kobaltspeise (s. Nro. 37) oder aus dem Nickelocher (Nickeloxyd, welches auch im Chrysopras und Pimelit vorkommt). Zu dem Ende erhitzt man gerösteten Kupfernickel mit wäßriger Schwefelsäure, fällt aus dieser solange mittelst kohlens. Kali's arseniksaures Eisen,	Fast silberweiß, stark glänzend, mäßig hart, vollkommen streckbar, schmiedbar u. einigermaaßen schweißbar, weniger strengflüßig als Mangan, luftbeständig, bei höherer Temperatur (dem erhitzten Stahle ähnlich) farbig anlaufend, sich nur bei Glühhitze oxydirend.	Vor dem Sauerstoffgasgebläse verbrennt das Nickel unter Funkensprühen, hingegen im Chlorgase stark erhitzt, verdampft es nur zu olivenfarbenem Haloid. Anlaufend bildet es das grünlichblaue Suboxyd, erglüht an der Luft das braune, spröde Oxydul und vollkommen verbrannt das dunkelaschgraue Oxyd, das (gleich dem kohlensauren Oxyde und dem Hydrate des Oxyds) mit wäßrigem Chlor oder wäßrigem Chlorkalk in schwarzes (in Wasser vertheiltes flohfarbenes) glasigen Bruch zeigendes (unrein, als Nickelschwärze vorkommendes) Hyperoxyd übergeht. Phosphordämpfe über glühendes Nickel geleitet, erzeugen das weiße, spröde theils nadelförmige, theils blättrige, leichtflüßige Phosphornickel. Schwefel nimmt sich mit dem Metall unter starker

Namen der Grundstoffe	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	oxyd, bis eisenblausaures Kali kein Eisen mehr verräth, fällt nun durch Schwefelwasserstoffgas das noch vorhandene Arsenik, Kupfer und Wismuth, bis die mit dem Gase gesättigte Flüßigkeit, in einer verstopften Flasche nach 24 Stunden dasselbe noch durch den Geruch verräth, dampft hierauf die Flüßigkeit ein und erhält nun krystallisirtes schwefelsaures Nickeloxyd, (während schwefels. Kobaltoxyd aufgelöst bleibt) das durch widerholtes Lösen im Wasser und krystallisiren von allem Kobaltsalz befreiet, durch kohlens. Kali als kohlens. Nickeloxyd gefällt, getrocknet, mit Oel und $^1/_{10}$ Harz gemengt und im Kohlentiegel der Weisglühhitze preisgegeben wird.		Feuerentwickelung zum speisgelben und stahlfarbenen, spröden, unebenbrüchigen, durch Salpetersäure und salpetrichte Salzsäure zersetzbaren Schwefelnickel. Kohlenstoff scheint sich bei der Reduction des Oxyds mit viel Kohle als Metall zu bilden, das hinsichtlich der Dehnbarkeit dem Zinke folgt. Erhitzt man unlösliche Nickelsalze mit Aetzkali- oder Aetznatronlauge, oder zersetzt man ein flüßiges Nickelsalz durch die genannten Alkalien, so fällt flockig lockeres meist apfelgrünes Hydrat zu Boden, das schon beim Sieden mit Wasser seinen Wassergehalt (22 pCt.) einbüßt, im Wasser etwas löslich ist, und die Grundlage der flüßigen (bei farblosen Säuren schmaragd- oder apfelgrünen) süßlich zusammenziehend, hintennach herbmetallisch schmeckende Nickelsalze ausmacht, die durch Ammoniak gefällt einen blaßgrünen mit überschüßigem Ammoniak einen blauen (an der Luft wieder grün und löslich werdenden) mit überschüßigem kohlensauren Ammoniak einen sich „grün" auflösenden, mit eisenblausaurem Kali einen bei minderer Reinheit schmutzig gelben, bei größerer Reinheit grünlich weißen, mit blausaurem Kali einen ins gelbliche spielende weißen, mit Gallustinctur einen schmutzigweißen und mit Schwefelwasserstoff einen schwarzen Niederschlag geben. Letzterer kommt bei mineralsauren Salzen nur dann zu Stande, wenn sie neutralisirt sind; bei pflanzensauren hingegen auch bei vorwaltender Säure; hydrothionsaure Alkalien fällen alle durch Säuren bewirkten Nickelauflösungen mit bemerkter Farbe. Zink zersetzt die Nickelsalze nur zum Theil; das Zink

Oxyd bildet gleich dem Ammoniak und Kali, mit dem Nickeloxyd gemeinschaftliche Salze. Das kohlensaure, boraxsaure, neutrale phosphorsaure, basisch schwefelsaure, molybdänsaure, arsenichtsaure und arseniksaure Nickeloxyd bildet gewöhnlich ein apfelgrünes Pulver, oder schmaragdgrüne kleine körnige Krystalle; das chromsaure ein gelbrothes, theils flüßiges, theils pulvriges, das molybdänichtsaure ein blaues pulvriges, das siliciumsaure (als Glasfluß) ein hyacintrothes, glasiges, das neutrale schwefelsaure ein hellgelbes, unschmelzbares, erst in der Rothglühhitze alle Säure verlierendes, an feuchter Luft sich grünendes, in Wasser gelöst und daraus krystallisirt ein schmaragdgrünes, rechtwinklige 4—6—8 seitige Säulen bildendes Salz. Nach Tupputi lösen verdünnte Schwefelsäure und verdünnte Salzsäure das Nickel unter Wasserstoffentbindung auf; wobei die letztere Säure ein in dunkelapfelgrünen Krystallen anschießendes, verwitterndes, erhitzt in Nickelhaloidul (Chlornickel im Minim) übergehendes Salz erzeugt. Das genannte Haloidul bildet leichte, perlmutterglänzende, goldgelbe, sich fettig anfühlende Schuppen. Das entwäßerte neutrale salpetersaure Nickel ist gelb, bildet aber mit Wasser 8seitige Säulen, die mäßig erhitzt das olivengrüne basische salpetersaure Nickeloxyd darstellen. Das schwefelsaure Nickeloxyd-Ammoniak krystallisirt in gedrückten 4seitigen, mit 4 Flächen zugespitzten Säulen, das salzsaure giebt undeutliche, grüne, das salpetersaure ähnliche, dunkelere Krystalle. Das schwefelsaure Nickeloxydkali ist entwäßert gelb und wird durch Hitze in schwefels. Kali und schwarzes Hyperoxyd zersetzt, grünt sich an feuchter Luft und bildet mit Wasser schmaragdgrüne luftbeständige Rhomboeder mit abgestumpften Grundkanten. Arsenik bildet mit dem Nickel eine lichtkupferrothe, spröde, Wismuth eine blättrige, spröde, Zink eine spröde, Zinn eine weiße, harte und spröde, Eisen eine stahlgraue, mäßig harte, völlig dehnbare und wenig oxydirbare, vielleicht sehr anwendbare) Legirung. Fast alles Meteoreisen enthält Nickel (einiges auch Kobalt, Chrom, Mangan 2c.). Die Chinesen benutzen Legirungen des Nickels zu Haus- und Kunstgeräthen.

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
*39) Wodan.	Aus dem Wodankies, d. i. einer Verbindung von 20 pCt. Wodan mit Schwefel, Arsenik, Eisen und Nickel, nach Abscheidung des Arseniks, Eisens und Nickels (s. Nro. 38) durch Auflösung in Salpetersäure, Fällung durch Kali und	Blasbronzegelb, dem Glanzkobalt ähnelnd, von 11,470 Eigengewicht. Schmiedbar, von hackigem Bruch und Flußspath-Härte. Magnetisch, luftbeständig.	An der Luft erglüht geht es in schwarzes Oxyd über, dessen Auflösungen in Säuren weiß, sich etwas ins Weingelbe ziehend erscheinen. Kohlensaure Alkalien fällen daraus weißes kohlensaures Hydrat, Aetzammoniak ein blaß indigblaues. Weder „phosphorsaure" noch „arseniksaure" Alkalien erregen in den gesättigten Auflösungen einen Niederschlag; auf gleiche Weise

*) Die Entdeckung dieses dem Nickel zunächst stehenden ebenfalls magnetischen Metalls durch Herrn Berg-Commiss.-Rath Lampadius in Freiberg, wurde erst nach dem Abdrucke des 4ten Bogens dieser Grundzüge bekannt, daher findet man es S. 57 nicht mit aufgeführt. K.

Namen der Grundstoffe	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	Reduction mittelst Kohle.		verhält sich der Gallusaufguß. Metallisches Zink fällt aus der flüssigen salzsauren Auflösung ein schwarzes Metallpulver, blausaures Kali erzeugt einen perlgrauen Niederschlag. Die Salpetersäure löst sowohl das Metall, als auch das Oxyd leicht auf; die Auflösung krystallisirt in weißen zerfließlichen Nadeln; Gilbert's Ann. LX. S. 99.
40) Eisen.	Man scheidet das Eisen, welches selten gediegen, wie z. B. in Meteormassen, hingegen allverbreitet im oxydirten u. oxydirt gesäuerten Zustande vorkommt, im Großen vorzüglich aus Eisenoxydul u. Eisenoxyd haltigen Erzen, indem man dieselben röstet, dann mit Kohle u. Fluß befördernden Zuschlägen (Flußspath, Kalk 2c.) in den Hohöfen schichtet und mittelst starker Gebläse bis zum Weißglühen erhitzt. Das dadurch gewonnene Roh- oder Gußeisen (d. i. Kohlenstoff-	Als Stabeisen: grau, lebhaft glänzend, bei großer Streckbarkeit höchst cohärent und hart, bei Rothglühhitze erweichend, bei Weißglühhitze schweißbar, und äußerst strengflüssig. Als Gußeisen: im Allgemeinen von blättrigem oder körnigem Gefüge, zuweilen oktaedrisch krystallisirt, spröder, leichtflüssiger und an sich leichter als Stabeisen; bei Rothglühhitze zersägbar, durch Glühen zwischen rothem Eisenoxyd (oder Manganoxyd und Kreide 2c.) in biegsames Gußeisen und Rohstahl übergehend; an feuchter Luft weniger rostend als Stahl und Eisen, mit Salpetersäure befeuchtet schwarze Flecken erhaltend. Hauptarten des Gußeisens sind: das schwarze, graue, und weiße; das erstere ist graphitreich, u. hinterläßt daher	Mit 90 bis 96 Kohlenstoff verbunden bildet das Eisen den natürlichen und künstlichen (Hohofen-) Graphit oder das Reißbley, dessen stahlgraue Farbe, weiche, fettiges Anfühlen, Abfärbungsfähigkeit und schuppiges Ansehen nach dem verschiedenen Kohlenstoffgehalt und gemäß fremder Beimischungen (z. B. Kupfer, etwas Wasserstoff 2c.) wechselt. Salzsäure entzieht dem Graphit den größeren Theil seines Eisens und hinterläßt eine Verbindung von etwas Graphit mit Kohlenstoff (Döbereiner's Carbonium). Mit 1/60 Kohlenstoff entsteht nach Mushet der härteste Gußstahl (der Woods oder indische Stahl enthält noch weniger Kohlenstoffe und nur diesen; d. Gewerbsfr. IV.) der durch Zusammenschmelzen reinen (schwefelfreien) Eisens mit Kohle in verschlossenen Tiegeln bereitet wird; der weniger harte hält nach M. 1/90, der gewöhnliche 1/100, u. der weiche 1/120 Kohlenstoff. Man bereitet diese durch Schmelzen des Cements oder Brennstahls in Tiegeln, bei einer Beschickung von 1/30 Kohle und 1/30 bis 1/1[...] Glaspulver. Ihnen schließt sich der sog. natürliche Stahl und Rohstahl an, der durch Erhitzung des Roheisens unter andauernder Schlackenbedeckung gewonnen wird. Von beiderlei Stahlarten

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	nebst etwas mehr oder weniger „Mangan, Kupfer, Silicium, Aluminium, Calcium" ꝛc. öfters auch „Phosphor" oder „Schwefel u. Eisenoxydul" haltiges Eisen) läßt man nach und nach aus einer unten befindlichen Ofenöffnung auslaufen. Anhaltendes Schmelzen des Gußeisens an der Luft, oxydirt den größeren Theil jener Beimischungen, sie in Schlacke verwandelnd die hierauf mittelst schwerer Hämmer aus den Zwischenräumen des Eisens herausgetrieben wird, wodurch denn zugleich das Eisen die Stangenform erhält, und Stabeisen bildet.	bei der Auflösung in verdünnter Salzsäure den meisten Graphit (unter Entbindung von Kohlenwasserstoffgas); das andre zeigt sich feinkörniger als die übrigen Arten, läßt sich seiner hinlänglichen Weiche gemäß mit Stahl verarbeiten und springt weniger leicht als das weiße. Dieses hat ein blättriges Gefüge, ist sehr spröde und zerreißt leicht beim Temperaturwechsel. Es ist härter als das vorige und bildet mit demselben, oder mit beiden vorhergehenden das fleckige Gußeisen. Das schwarze enthält nach Mushet $^{1}/_{15}$ das fleckige $^{1}/_{29}$ und des weiße $^{1}/_{23}$ Kohlenstoff.	ist der Cementstahl schon dadurch verschieden, daß er aus mit Kohlenpulver geschichtetem Stabeisen durch mehrtägiges Glühen in verschlossenen Kästen oder Topfen; oder unmittelbar in konischen Oefen stark rothglühend erhalten wird. Langsam erkalteter (zuvor geglühter) Stahl ist weich, rasch (z. B. durch kaltes Wasser) erkalteter hingegen hart und sehr hart, und nur also gehärteter Stahl, hat mit der größeren Härte, auch beträchtlich an Elasticität gewonnen. Er ist übrigens leichtflüßiger als Stabeisen, strengflüßiger als Roheisen, rostet weniger als Eisen, und läuft an der Luft erhitzt an (S. 305), indem er sich allmählig oxydirt. — Phosphor bildet mit dem Eisen eine dunkelstahlgraue, sehr harte, strengflüßige, mit dem Eisen zusammen schmelzbare u. dasselbe kaltbrüchig machende, sonst Wassereisen (Sumpferzeisen, Siderium oder Hydrosiderium) genannte Masse. Schwefel verbindet sich mit dem Eisen in drei Verhältnissen (S. 63), das erstere (in der Natur als braungelber, metallisch glänzender, spröder, halbharter Magnetkies) erhält man unter andern, indem man Schwefel auf glühendes Eisen trägt, da es dann als gelblichgraues, metallischglänzendes, sehr schmelzbares, bei verhütetem Luftzutritt selbst in der Weißglühhitze keinen Schwefel entlassendes, mit Wasser gefeuchtet der Luft preisgegeben oder darin gelinde erhitzt, allmählig in schwefelsaures Eisenoxydul übergehendes Schwefeleisen erscheint. Das andere entsteht, wenn man Schwefeleisen mit Schwefel mengt, und schwach rothglüht; es bildet ein gelblichgraues, nach wenigen Wochen Luftberührung grünlich werdendes Schwef

eisen, das durch Glühen Schwefel entläßt, und dadurch zur vorigen Vereinigungsstufe zurückkehrt u. das von der vorigen auch darin abweicht, daß es mit Salzsäure keinen Schwefelwasserstoff entbindet. Das dritte ist das Schwefeleisen im Maximo oder der Eisenschwefel, der als Schwefelkies (in speisgelben Würfeln, Octaedern, rc.) und als Wasserkies vorkommt, von denen der erstere hart und spröde, der letztere mehr blaßgelb (in Rectangularoctaedern krystallisirt) erscheint. Bei verhindertem Luftzutritt geglüht entläßt er die Hälfte seines Schwefels (s. Nro. 5) bei Zuströhmung der Luft erhitzt geht er in schwefelsaures Eisenoxydul mit doppelter Säuremenge über (die als solche zur Hälfte erdigen Basen z. B. der Thonerde übertragbar ist). Vorzüglich ist dieses beim Wasserkiese der Fall. Der Schwefelkies begleitet häufig mehrfach verbunden andere Schwefel haltige Metalle. Schwarzes pulvriges Wasserschwefeleisen erzeugt sich, wenn Eisenauflösungen durch hydrothionsaure Alkalien schwarz gefällt werden, oder wenn man bei verhinderter Luftzufließung 3 Th. Eisenfeil und 1 Th. Schwefel nebst Wasser zum Teige mengt; der Luft ausgesetzt entzündet sich das Gemenge schnell (bei Erdbedeckung sog. künstliche Vulkane darstellend). Begießt man Eisenfeile mit wäßriger Hydrothionsäure, so bildet sich auf Kosten des Wassers Eisenoxydul (während der Wasserstoff entweicht) das durch einen Theil des Schwefelwasserstoffs zersetzt in schwarzes, wasserhaltiges Schwefeleisen übergeht, und sich in dem übrigen Schwefelwasserstoff zur grünlichen Flüßigkeit auflöst, die durch Erhitzen ihre Säure verliert und dadurch ihre Base (das Wasserschwefeleisen) fallen läßt. Eisenoxyd mit Schwefel erhitzt, entbindet schweflichtsaures Gas und geht in Schwefeleisenoxydul über, das sich unter Ausscheidung von Schwefel langsam in Salzsäure auflöst, ohne daß sich Gas entbindet, u. an der Luft bis zum Rothglühen erhitzt: sich unter Entstehung entweichender schweflichter Säure in Eisenoxyd verwandelnd. Schweflichte Säure löst Eisen (ohne merkliche Wasserstoffentbindung) auf, indem ein Theil derselben den nöthigen Sauerstoff an das Eisen abtritt; der dabei von Sauerstoff befreite Schwefel bleibt in der schweflichten Säure aufgelöst und fällt der Luft ausgesetzt als gelbrothes Pulver nieder, während das Eisensalz krystallisirt; die Verbindung ist jedoch nur durch die Ziehung des Eisenoxyds begünstigt, und entzieht man dieses durch zugesetzte Schwefelsäure oder Salzsäure, so entläßt die anfänglich braune und dann grün gewordene Auflösung Schwefel als Niederschlag, und schweflichte Säure als Gas. Einigen Chemikern zufolge, soll Schwefeleisen als Beimischung des Eisens die Rothbrüchigkeit desselben bewirken. (Kaltbrüchiges Eisen ist bei höherer Temperatur hämmerbar, zerbricht hingegen kalt gehämmert; rothbrüchiges Eisen läßt sich in der Kälte mit dem Hammer behandeln, zerspringt aber, wenn es demselben rothglühend preisgegeben wird.) Erhitzt man ein Gemenge von $^{1}/_{1}$. verglaster Boraxsäure mit Eisenfeil zum andauernden Weißglühen, so erhält man Boreneisen, das als solches weißer als Stabeisen ist und mit Salzsäure Boronwasserstoffgas enthindet. Bringt man trocknes salzsaures Eisenoxyd in einem beschlagenen Glaskölbchen zum beginnenden Erglühen, so sublimirt sich lebhaft stahlfarbenes, metallisch glänzendes, oftmals mit bunten Farben spielendes, blättriges Chloreisen im Maximo (Eisenhaloid). Man erhält dieselbe Verbindung durch Verbrennen des Eisens in Chlorgas, und durch Erhitzung des Eisenhaloiduls (Chloreisen im Minimo, welches durch starkes Erhitzen des trocknen salzs. Eisenoxyduls als metallglanzlose, grün- und buntfleckige, blättrige, strengflüßige, bei Rothglühhitze schmelzbare Masse gewonnen wird) in Chlorgas. Sie zersetzt das Wasser und geht dann in salzsaures Oxyd über (S. 196). Jod und Eisen bilden ein braunes, bei Rothgluth fließendes Gemisch. Fluoreisen gewinnt man unter andern durch Erhitzung des weißen flußsaurer

Eisens, das als pulvriger Niederschlag erscheint, wenn man flußsaures Kali mit schwefelsaurem Eisenoxydul (wechselseitig) zersetzt. Jene weiße Verbindung giebt mit Fluorsiliciumsäure eine gallertförmige Masse. Ueber Eisensilicium und Kohlenstoffeisensilicium s. Nro. 19. Kalium und Boronkalium verbinden sich mit dem Eisen; ersteres macht es weißer, weicher und schmelzbarer, letzteres giebt damit eine schwärzliche, metallisch glänzende, mit Wasser schwach aufbrausende, durch Salzsäure in Eisenoxydul und Boraxsäure zerfallende Masse. Ueber Eisenberyllium und Aluminium Nro. 23. Löst man reines Stabeisen in wäßriger Salzsäure oder Schwefelsäure auf, so enthält das entbundene Wasserstoffgas „Eisen" aufgelöst; eisenreich erscheint das Gas, wenn man salzsaures Gas über glühend Eisen streichen läßt. Die Eisenoxydulsalze sind entweder farblos oder blasgrün, und im neutralen so wie im sauren Zustande fast sämmtlich in Wasser löslich. Die Lösungen besitzen einen Tintengeschmack, erzeugen mit Aetzalkalien „weiße", an der Luft schmutzig grün werdende, und sich endlich bräunende Niederschläge; kohlensaure Alkalien fällen weißes kohlensaures Oxydulhydrat; eisenblausaures Kali schlägt weißes eisenblausaures Oxydulhydrat, das sich an der Luft allmählig bläuet, durch Schwefels. und Salzsäure nicht verändert und durch Aetzkali u. Eisenoxydul und eisenblaus. Kali zerfällt; Hydrothionsäure fällt nur das flüßige saure kohlensaure, das neutrale essigs., oxals. und weinsaure Hydrat mit schwarzer Farbe, läßt die letzteren Salze hingegen unzersetzt, so wie die Säure derselben anfängt vorzuwalten; hydrothionsaure Alkalien schlagen hingegen alle flüßige Eisenoxydulsalze schwarz nieder. Galläpfeltinctur läßt die „luftfreien" Lösungen der eben genannten Salze unverändert, färbt hingegen dieselben der Luftberührung preisgegebenen Lösungen allmählig purpurn bis ins Blauschwarze sich verlaufend. (Ein an einem Faden in Eisenoxydulsalz haltiges Wasser schwebend aufgehängter Gallapfel zeigt die Farbenübergänge am deutlichsten, und auch dann, wenn das Eisenoxydul in Hydrothionsäure aufgelöst ist.) Schwere Metalle lassen die erwähnten Lösungen ungeändert; sie selbst hingegen entziehen nicht nur der Luft, der Salpetersäure, den aufgelösten Oxyden des Goldes (dieses als braunes Malergold fällend) des Silbers, Palladiums 2c. Sauerstoff, sich in Eisenoxydsalze wandelnd, sondern begünstigen auch die Wasserzersetzung bei anwesendem Chlor, das daher zur Reinigung verschiedener Flüßigkeiten von Eisenoxydul z. B. der Zink- Mangan- Kupfer- 2c. Auflösungen benutzt wird; s. Gewerbsfr. II. u. III. Wäßriges Ammoniak, Borax, (letzterer auf trocknem Wege) und Erden und Alkalien (ebenfalls durch Schmelzung und zwar zu grünem Glase 2c. blauen Schlacken, zum blauem Glase 2c. s. Nro. 19) einen sich mit dem Eisenoxydul; ersteres bildet damit eine blasgrüne, sich an der Luft schnell mit einer gelben Haut (Oxydhydrat) überziehende Auflösung. Das obige weiße Hydrat verliert in der Hitze 12 pCt. Wasser und geht dadurch in „schwarzes Oxydul" über. Das aufgelöste Eisenoxydul giebt durch Wechselzersetzung mit Borax das blaßgelbe, unlösliche boraxsaure (vor dem Löthrohr zur gelblichen Glaskugel schmelzende) mit phosphorsauren Alkalien das blaue, luftbeständige, unlösliche, durch Alkalien zersetzbare neutrale phosphorsaure (als sog. natürliches Berlinerblau vorkommende) mit arsenichtsaurem Kali das weiße pulvrige arsenichtsaure, mit arseniksaurem Ammoniak das weiße pulvrige arseniksaure, mit stibichtsaurem Alkali das weiße, durch Trocknen gelbgrau, durch Glühen (unter Wasserentbindung) rothe, im Wasser etwas lösliche stibichtsaure und mit stibiumsaurem Alkali das sich dem Vorhergehenden ähnlich verhaltende stibiumsaure Ei-

senoxydul; hingegen bildet die wäßrige Kohlensäure mit dem kohlensauren Eisen das flüßige saure kohlensaure (der meisten Stahlbrunnen), die flüßige Phosphorsäure das flüßige saure phosphorsaure, die Schwefelsäure das weiße pulvrige leichtlösliche, mit Wasser zu grünem schwefelsauren Eisen (grüner Vitriol, Kupferwasser) in meergrünen spitzen Rhomboedern anschießende (und in Schwefeleisen haltigen Gruben vorkommende) „Salpetergas" in großer Menge verschluckende und sich dadurch bräunende (dabei etwas schwefelsaures Ammoniak und etwas salpetersares Eisenoxyd erzeugende, auch etwas Stikgas mit absorbirende und in Ammonial wandelnde) durch Erhitzung wieder ³/₄ des Gases entlaßende, mit „schwefelsaurem Kupfer" und mit „schwefels. Zink" sich zu Doppelsalzen vereinende, mit „Vitriolöl" erhitzt pfirsichblüthfarben werdende, schwefelsaure Eisenoxydul, die Hydrojodsäure das grüne lösliche hydrojodsaure, die Hydrochlorsäure das in blaßgrünen, Wasser haltigen Krystallen anschießende salzsaure, die Salpetersäure das farblose, in rechtwinklig 4seitigen, mit 2 Flächen zugeschärften Säulen anschießende, mit saurem schwefelsaurem Kali das grünliche Krystalle bildende Kali haltige schwefelsaure, mit Titansäure (Titanoxyd) das titansaure (als Eisentitan, oder Nigrin und Titaneisen, oder Menakanit vorkommende) mit molybdänichter Säure des (unter Mitwirkung der Salzsäure zu bildende) pulvrig graublaue molybdänsaure, mit der Chromsäure das natürlich gebildet als Chromeisenstein vorkommende, schwarze, unebenbrüchige, mit der Arseniksäure (s. oben) das als Würfelerz vorkommende, olivengrüne, gepulvert blaßgelbe Eisenoxydul, und mit Schwefelblausäure eine farblose Auflösung. Die in den schwedischen Eisenerzen vorkommende Verbindung des Oxydul's mit dem Oxyde bildet sich unter andern auch, wenn man Wasserdämpfe über glühend Eisen streichen läßt und dadurch zersetzen macht (s. Nro. 2) da es dann durch verdünnte Salzsäure, die das Oxydul aufnimmt und das Oxyd zurückläßt, zerlegt werden kann. Dieselbe Oxydul-Oxyd-Verbindung erzeugt sich in gelöstem und lange Zeit der Luft ausgesetztem Eisenvitriol; sie schießt daraus in schmaragdgrünen Krystallen an, die Alkohol in lösliches schwefelsaures Oxyd und unlösliches schwefels. Oxydul trennt, und aus deren Lösung benzoesaure, bernsteinsaure u. schwefelblausaure Alkalien, das Oxyd fällen, während sie das Oxydul aufgelöst zurücklassen. — Das Eisenoxyd giebt mit dem Wasser das Eisenoxydhydrat, das die Natur als Braun- und Gelbeisenstein bildet, das sich als Eisenrost häufig erzeugt, und durch Fällung der Eisenoxydsalze mittelst Aetzalkalien ausgeschieden wird; während das natürliche in dünnen Tafeln krystallisirt, oder haarförmig, fasrig, dicht, muschlig oder ochrig vorkommt, stellt das künstliche ein bräunlichgelbes Pulver dar; Erglühung verwandelt es unter Ausscheidung von 15 bis 18 pCt. Wasser in rothes Eisenoxyd, das durch Erhitzung an der Luft, durch Verbrennen des Eisens in Sauerstoffgas als innerer Beschlag der Glasglocke, durch Salpetersäuredämpfe, die zuvor ergluhtes Eisen bestreichen ꝛc. entsteht, etwas leichtflüßiger als Eisen ist und in schweren 6seitige Tafeln und doppelt 6seitigen Pyramiden (als Eisenglanz) oder minder hart, bräunlichroth und fast fasrig (Rotheisenstein) vorkommt. Die Oxydsalze theilen wir in unlösliche und lösliche; zu den ersteren gehören das aus Stahlbrunnen sich absetzende basisch kohlensaure Oxydhydrat, das durch kohlensaure Alkalien gefällte kohlens. Oxydhydrat, das durch Wechselzersetzung gebildete weiße, zur grauen Kugel schmelzende neutrale phosphorsaure, das im Raseneisenstein sich findende basische phosphorsaure, das durch wenig Ammoniak gefällte basisch schwefel-

saure z. B. durch Kochen von Vitriolöl mit Eisenoxyd oder mit Eisenfeile (und dann unter Entbindung von schweflichter Säure) entstehende weiße, pulvrige neutrale schwefelsaure (durch kochendes Wasser in „saures schwefelsaures Oxyd" und basisches Salz, oder in „Schwefelsäure" und braunes basisch schwefels. Eisenoxyd zerfallend) das in wäßrigen Schwefelsäure aufgelöst eine farblose Flüßigkeit darstellt, aus welcher farblose, durchsichtige Krystalle anschießen, die am Lichte gelb werden; das tantalsaure (der eisenschwarze, unebenbrüchige, etwas Manganoxyd haltige Tantalit) scheelsaure (der Mangan haltige, schwarze, demantglänzende, in rechtwinkligen und geschobenen Säulen krystallisirte Wolfram) braune, durch molybdänsaures Kali aus salzsauren Oxyde gefällte, molybdänsaure, das Chromoxydul haltige (durch Fällung von schwefelsaurem Oxydul durch chromsaures Kali erzeugbare, durch Salpetersäure seines grünen Chromoxyds beraubbare) das — nach Maaßgabe des Wassergehalts — theils bräunlichrothe, theils gelblichweiße, durch Wechselzersetzung von Eisenoxydsalz und arseniksaurem Ammoniak erzeugbare arseniksaure und das eisenblausaure, das im Handel als Pariserblau oder Erlangerblau und mit Alaunerde gemischt als Berlinerblau vorkommt, schön dunkelblau, spröde, von muschligem, wachsglänzenden Bruche ist, und unter andern durch Sieden mit sog. rothem Merkuroxyd und Wasser zersetzt wird, indem sich gelöstes, farbloses, Blaustoffmerkur und Wasser bildet. Man gewinnt das Erlangerblau ꝛc. im Großen, indem man Pottasche (unreines basisch kohlens. Kali) und getrocknetes Blut, oder Hornspähne, Fleischabfälle ꝛc. in bedeckten Kesseln oder Tiegeln rothglüht, die erhaltene kohlige, Blaustoffkalium enthaltende Masse mit Wasser, von dem ein Theil zersetzt wird, auslaugt und die nebst hydrothionsaurem, kohlensaurem ꝛc. Kali vorzüglich eisenblausaures Kali haltige Flüßigkeit (sog. Blutlauge) zur Fällung gelösten Eisenvitriols anwendet. Aetzalkalien entziehen dem Erlangerblau (oder dem Berlinerblau) dem Eisenblausäure und dieses Verfahren pflegt man häufig anzuwenden, um augenblicklich Blutlauge zu bereiten. Aus der Blutlauge krystallisirt das eisenblausaure Kali in topasgelben, biegsamen, durchscheinenden Würfeln, Parallelipipiden und Octaedern. Löst man einen stöchiometrischen Antheil dieses Salzes in möglichst wenig heißes Wasser, und versetzt die Losung mit 2 chem. Anth. in Alkohol gelöster Weinsäure, so fällt saures weinsaures Kali (hergestellter Weinstein) zu Boden, während die überstehende Flüßigkeit Eisenblausäure enthält, die durch langsames Verdunsten in Würfeln anschießt, und nach Döbereiner als aus 1 Anth. Blaustoffeisenhydrat und 2 Anth. Blausäure ($Fe\,O\,C^2\,A^2\,H$) bestehend zu betrachten ist; vergl. S. 63. Die Eisenblausäure verbindet sich mit den Alkalien und den meisten basischen Oxyden zu neutralen Salzen, von denen die mit feuerbeständigen Grundlagen, wenn sie hoher Temperatur unterworfen werden, blausaures Ammoniak (ein Salz, welches unter Abscheidung von Thierkohle leicht von selbst zersetzt wird und unter andern auch durch Wechselzersetzung und Destillation von salzsaurem Ammoniak und eisenblausaurem Kali gewonnen wird) entwickeln, und als Rückstand Kohle, Kohle haltiges Eisen, kohlensaures und blausaures Alkali nebst etwas unzersetzt gebliebenes eisenblausaure Alkali hinterlassen; minder erhitzt zerfallen sie hingegen zunächst in Wasser und Blaustoffmetalle. Krystallinisch darstellbar sind unter den eisenblausauren Salzen: das eisenblausaure Natron, Baryt, Kalk, Bittererde; als salzige Masse zeigt sich das eisenblaus. Strontian, als pulvriger Niederschlag: die weiße, perlgrau werdende eisenblaus. Yttererde, das gelbbraune eisenblaus. Titanoxyd, das grüne eisenbl. Chromoxydul, das weiße eisenbl. Demetriumoxydul, das bräunlichrothe eisenbl. Uranoxyd, das

weiße (bei anwesendem „Kupfer pfirsichblüthfarbene“) eisenbl. Manganoxydul, das bräunlichgelbe (bei anwesendem „Eisen grüne“) eisenbl. Kobaltoxyd, die weißen eisenbl. Wismuth-, weiße eisenbl. Zink-, Zinn- und Bleyoxyde. — Erhitzt man 1 Th. eisenbl. Kali mit ¹/₄ zuvor damit innigst gemengten Schwefel nach und nach bis zum beginnenden Glühen, so erzeugt sich eine schwarze, graphitartig glänzende Masse, die durch zugesetztes Wasser in schwarzes Wasserschwefeleisen und schwefelblausaures Kali zerfällt. Letzteres läßt sich durch langsames Abdunsten in langen farblosen, gereiheten, mit 4seitigen pyramidalen Endflächen versehenen Prismen herauskrystallisiren, zerfließt an der Luft, ist in Alkohol und in Wasser löslich, schmeckt rettigartig beißend hintennach salzigkühlend, schmilzt erhitzt ohne sich zu zersetzen oder zu verflüchtigen, wird durch Destillation mit verdünnter Schwefel- oder Phosphorsäure unter Ausscheidung der Schwefelblausäure (Anthrazothionsäure; S. 63) einseitig zersetzt und dient vorzüglich als Reagens für das aufgelöste Eisenoxyd, indem es sich mit den flüßigen Salzen dieses Oxyds sogleich dergestalt zersetzt, daß sich dunkelrothes (gesättigt blutrothes) in Wasser, Alkohol und Aether lösliches schwefelblausaures Eisen bildet (ob eine ähnliche durch Aufnahme von Faserstoff noch zusammengesetztere Verbindung in den Blutkügelchen färbend wirkt, ist unentschieden). Ausserdem fällt das genannte Salz die Silberauflösung käseweiß (der Niederschlag ist in Ammoniak unlöslich) die des Goldes theils purpurn theils fleischroth, die des Merkuroxydul (Merkuroxydauflösung wird nicht gefällt) weiß, des Platin gelblichweiß, des Kupfers (nur bei Mitanwesenheit einer desoxydirenden Substanz, z. B. des schwefels. Eisenoxyduls) weiß und des Mangans weiß (da dieser Niederschlag in Alkohol schwerlöslich ist, so dient das schwefelblaus. Kali zur Trennung des Eisens vom Mangan). Als v. Grotthuß trocknes rosenrothes schwefelsaures Kobaltoxyd mit der geistigen Lösung des schwefelblausauren Kali übergoß, nahm die Masse sogleich eine prachtvolle azurblaue Farbe an, krystallisirte durch Abdunsten in schön blauen Prismen, welche durch wenig Wasser sogleich rosenroth wurden, beim Eintrocknen wieder blau erschienen und als „Feuchtzieher“ angewendet zuerst violet, dann rosenroth erschienen. Mit der blauen geistigen Lösung gebildete Schriftzüge, verschwinden durch Anhauchen und werden beim Trocknen wieder blau. Setzt man eine wäßrige Lösung des eisenblausauren Kali den Poldräthen der galv. Säule aus, so scheidet sich am + E Pol Berlinerblau ab, über das eine gelbe Flüßigkeit schwebt welche oxydirte Eisenblausäure zu seyn scheint und Eisenoxydsalze nicht blau sondern grün fällt. Läßt man die wäßrige Lösung des eisenblausauren Kali über viel Phosphor stehen, so fällt die Phosphorstangen bekleidendes Berlinerblau nieder, während sich farbloses blausaures Kali in der Flüßigkeit vorfindet; erhitzt man das Ganze bis zum Schmelzen des Phosphors, so bildet sich zugleich ein grüner Niederschlag. Statt daß in der Schwefelblausäure dem Blaustoff-Wasserstoff Schwefel zugekommen, (und dadurch entsprechend dem stöchiometrischen Werthe des Schwefels der Kohlenstoff des Blaustoffs um etwas vermindert worden) ist, vertritt in der Eisenblausäure, das Eisen die Stelle des Schwefels, und ebenso bilden auch die durch blausaures Kali gefällte Kupfer-, Silber- und Merkur-Niederschläge wenn sie wieder mit Alkali behandelt werden, neue Arten der Blausäure, z. B. Kupferblausäure, Silberblausäure, Merkurblausäure, deren Verhalten noch der weiteren Prüfung bedarf. — Unter den löslichen Eisenoxyden nennen wir hier das saure schwefelsaure, das sich durch langes Luftberühren der Eisenvitriollösung unter Absetzung des „basischen schwefels. Eisenoxyds“ bildet und eine in Weingeist lösliche, unkrystallinische, braune Masse darstellt; das salzsau-

(erzeugbar durch Schütteln von Chlor mit gelöstem grünem Salz. Oxydul, oder durch Auflösen des Eisens in salpetrichter Salzsäure) eine dunkelbraune, die Haut gelbende, unkrystallinische Flüssigkeit; das salpetersaure: durch Auflösen des Eisens in Salpetersäure darstellbare, unkrystallinische, beim Abdampfen zur Gallerte erstarrende, braune Flüssigkeit; das Kali haltige kohlensaure (Stahl's alkalische Eisentinctur) durch Auflösung des Eisenoxydhydrats in concentrirtem wäßrigen kohlens. Kali, oder durch Uebersättigen der salpetersauren Eisenauflös. mit kohlens. Kali; blutrothe, durch Erhitzen, desgleichen durch Verdünnen mit Wasser oder wäßrigem Aetzkali zersetzbare, Flüssigkeit. Auf gleiche Weise läßt sich auch ein kohlensaures Natroneisenoxyd darstellen. — Mangan macht das Eisen weißer und spröder, Kobalt hart und schwer zerbrechlich, Arsenik weiß u. spröde, Stibium (sonst Regul. antimonii martialis genannt) hart u. spröde, Wismuth spröde, Zinn weiß, hart und mehr klingend; mehr oder weniger streckbar (vielleicht als Vertreter des Kanonenmetalls verwendbar) Blei und Zink vereinen sich schwierig mit dem Eisen, seine Dehnbarkeit nicht erhöhend, sondern mindernd. Ueber Verzinnung der Eisenbleche oder englische Weißblechbildung; deutsche Gewerbsfr. I. und III.; über Verzinnung des Gußeisens ebendas. IV. Mit dem Kupfer giebt das Eisen ein graues, wenig dehnbares Gemisch, welches strengflüssiger als Kupfer ist, und in manchen Fällen die „Rothbrüchigkeit" des Eisens veranlassen dürfte; s. oben S. 444. Ueber Amalgamation d. Eisens S. 395. Das Silber haltige Eisen ist sehr hart und von dichterem Gefüge als reines Eisen. 4 Th. Eisen und 1 Th. Gold geben ein silberweißes, 1 Th. Eisen und 12 Th. Gold ein gelblichgraues, dehnbares und sehr hartes Gemisch. Gußeisen und Platin verbinden sich zu einem dunkeln, dehnbaren und sehr harten Metallgemisch (welches vielleicht in dem Roste nicht unterworfenen Stahl verwandelt werden könnte?). Ueb. gelben Stahl; d. Gewerbsfr. II.

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
11) Kadmium.	Kommt in mehreren Zinkerzen vor. Um es darzustellen, löst man z. B. schlesischen Zink in verdünnter Schwefelsäure auf, und läßt Schwefelwasserstoffgas hineintreten; es bildet sich ein dunkelzitronengelber Niederschlag (Schwefelkadmium), den man mit Salzsäure zerlegt. Metallischer Zink fällt aus der salzs. Auflös. das Kadmium metallisch.	Blaßbläulichweiß, ins Silberweiße spielend, stark glänzend, weich, biegsam, streckbar und leichtflüssig. Vor dem Erglühen schmelzend, wandelt es sich bei höherer Temperatur in Dampf.	Erhitzt, verbrennt es zu gelbem Oxyde, das sich in Säuren ohne Gasentbindung auflöst, mit Salzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure und Essigsäure „leichtlösliche," krystallisirbare, mit Phosphorsäure u. Kohlensäure hingegen „unlösliche" farblose Salze giebt, in Ammoniak, aber nicht in fixen Alkalien auflöslich ist. Es stellt mit Chlor, so wie mit Jod farblose, durchsichtige, metallisch glänzende, sich durch Wasser in salzsaure und hydrojodsaure krystallisirbare Salze verwandelnde Gemische dar, von denen sich das erstere in glimmerglänzenden Blättchen sublimiren läßt. Schwefel bildet

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
			damit das orangegelbe Schwefelkadmium, Phosphor eine weißliche spröde Verbindung. Die meisten weicheren Metalle werden durch Kadmiumzusatz spröder und heller gefärbt. Kohle reducirt das Oxyd bei hoher Temperatur leicht.
42) Zink.	Scheidet man im Großen aus dem unter der Benennung Galmey vorkommenden siliciumsauren und kohlensauren (unreinen) Zinkoxyde durch Glühung mit Kohle in erdenen Retorten. Das gewonnene Zink wird durch nochmalige Destillation mit Kohle zum chemischen Gebrauche gereinigt, enthält jedoch auch dann noch Spuren von Kadmium und häufig auch von Bley, von denen es durch Kochung seiner sauren Auflösungen mit Zink befreit wird.	Bläulich weiß, hart, klingend, im erhitzten Zustande vollkommen streckbar und hämmerbar, vor dem Glühen schmelzbar, bei Rothglühhitze verdampfend.	Der Zinkdampf entzündet sich an der Luft, mit blendend grünlichweißer Flamme brennend u. in weißes lockeres (zum Theil umherfliegendes, und dann sonst Lana philosophica genanntes) Oxyd (sog. Zinkblumen) übergehend, das in der Hitze gelb und erkaltend wieder weiß wird, bei hoher Temperatur zum gelben Glase fließt, sich durch Kohle schwierig und nur im kohlenbedeckten Tiegel reduziren läßt, und mit Säuren zu meist farblosen und meist löslichen Salzen verbindet, von denen die letzteren durch Alkalien zersetzt, das weiße Zinkhydrat fallen laßen, während sie mit kohlens., hydrothions. und eisenblaus. Alkalien weiße Niederschläge gewähren, von Galläpfeltinctur und anderen schweren Metallen hingegen nicht zersetzt werden. Die durch Ammoniak, Kali oder Natron bewirkten Niederschläge lösen sich im überschüßig zugesetztem Alkali wieder auf. Das kohlens. Oxyd findet sich außer dem Galmey auch im Zinkspath, oktaedrisch krystallisirt; es ist in wäßriger Kohlensäure auflöslich. Das neutrale schwefelsaure Oxyd kommt im Handel als Zinkvitriol (weißer Vitriol) vor, wird im Großen durch Rösten des natürlichen Schwefelzinks (der sogen. Blende) bereitet und durch kaltes Berühren seiner wäßrigen

Lösung mit Zink vom beigemischten Eisen, Kupfer und Kadmium befreiet, und bildet dann mit Wasser: geschoben 4seitige und 6seitige Säulen mit 4seitigen Endpyramiden; mit mehr Zinkoxyd (als basisches Salz) würfelähnliche Rhomboeder, oder Falls es durch mäßiges Glühen des neutralen Salzes, oder durch Kochen desselben mit viel metallischem Zink bereitet worden war — glänzende undurchsichtige Schuppen. Schon bei der gewöhnlichen Temperatur läuft das Zink an, sich mit (weitere Oxydation des unteren Theils hinderndem) grauem Suboxyd überziehend; noch schneller erfolgt diese schwache Oxydation bei schmelzendem Zink, und bei von lufthaltigem Wasser bedecktem Zink. Wasserdämpfe werden durch erhitztes Zink zersetzt und bilden ein Gemenge von Suboxyd und Oxyd. Als Vauquelin 4 Th. geröstete Blende mit 1 Th. Kohlenpulver glühte, erhielt er das farblose, die atmosphärische Luft an Leichtigkeit übertreffende, nicht sauere, schwach widerlich riechende, angezündet mit bläulicher und gelblicher Flamme verbrennende Zinkwasserstoffgas. Mengt man dasselbe mit Chlorgas, so verpufft es zu Salzsäure und Chlorzink. Letzteres erzeugt sich auch durch Verbrennen des Zinks in Chlorgas, oder durch Erhitzen von Zinkfeile mit Aetzsublimat, oder durch Rothglühen trocknen salzsauren Zinks; ist weich wie Wachs, weißlichgrau, durchscheinend, leicht schmelzbar, bei starker Rothgluth sublimirbar und hieß sonst Zinkbutter. Es zerfließt an der Luft u. zersetzt das Wasser. Das salzsaure Oxyd ist gallertförmig; Chlorsäure löst Zink ohne Aufbrausen zu salzsaurem und chlorsaurem Zinkoxyde auf, von denen das letztere oktaedrisch krystallisirt, sich mit Schwefelsäure gelblich färbt und dann euchlorinartig riecht, und die Silberauflösung nicht trübt. Jod verbindet sich mit Zink unter schwacher Wärmeentwickelung zu farblosem, leichtflüßigem, in 4seitigen nadelförmigen Säulen sublimirbarem, Wasser zersetzendem Jodzink; das hydrothionsaure Zink ist unkrystallisirbar. Borax giebt durch Wechselzersetzung mit flüßigen Zinksalzen weißes unlösliches boraxsaures Oxyd. Flußsaures Kali erzeugt mit der Zinkauflösung einen gallertförmigen, zum weißen Pulver erhärtenden Niederschlag. Phosphorsaures Zinkoxyd stellt eine gummige, im Feuer leicht verglasende, molybdänichtsaures (durch Wechselzersetzung bildbares) ein blaßblaues pulvriges, molybdänsaures ein weißes, schwerlösliches pulvriges, arseniksaures ein weißes pulvriges, stibichtsaures ein weißes, leichtlösliches, krystallisirbares, stibiumsaures ein dem vorigen ähnliches, minder lösliches und salpetersaures ein in 4seitigen, 4flächig zugespitzten Säulen anschießendes, in Wasser und Weingeist lösliches, zerfließliches Salz dar. Das reine und das kohlensaure Ammoniak löst das Oxyd zur farblosen Flüßigkeit auf; noch mehr nimmt davon das wäßrige Kali und das Natron in sich (Erhitzung macht einen Theil des Oxyds wieder ausscheiden). Das silicumsaure Zink liefert die Natur in Form des in Würfeln, oder in 6seitigen Säulen vorkommenden (oft Wasser haltigen) Zinkglases. Schwefelsaures Kobalt eint sich mit schwefelsaurem Zink zu einem in rothen 4seitigen Säulen krystallisirendem Salze. Die schweflichte Säure bildet mit dem Oxyd ein ebenfalls krystallinisches, aber minder lösliches (in Weingeist unlösliches) Salz, als die Schwefelsäure. Dampft man die Schwefelwasserstoff entbunden habende Auflösung des Zink's in schweflichter Säure zur Saftdicke ein, so krystallisirt daraus schweflig, scharf und zusammenziehend schmeckendes, Wasser haltiges Schwefelzinkoxyd in 4seitigen, 4flächig zugespitzten Säulen, das durch Salzsäure in schweflichte Säure u. Schwefel zerfällt. Erhitzt man conc. Schwefelsäure mit metallischem Zink, so entbindet sich anfänglich viel Schwefelwasserstoffgas (dem Zinkwasserstoff beigemischt zu seyn scheint) und dann schweflichte Säure. Schmelzender Zink eint sich nicht mit Schwefel, wiewohl

er damit schwach erglüht; erhitzt man hingegen ein Gemenge von Zink und Schwefel bis zum schnellen und starken Erglühen, so bildet sich künstlicher Schwefelzink unter heftiger Explosion; eine weiße hieher gehörige Verbindung erhielt Davy, als er Schwefeldämpfe über glühenden Zink streichen ließ. Berzelius stellte die Verbindung durch zuletzt starkes Erhitzen von Zink mit Zinnober (Schwefelmerkur) dar. Am schnellsten erhielt man sie durch Erhitzen von Zinkoxyd mit Schwefel, oder des hydrothionsauren Zinks. Als ich Zinkamalgam mit Schwefel erhitzte, erhielt ich als Sublimat Zinnober und im Rückstande graugelbes hydrothionsaures Zinkoxyd. Wirft man Phosphor auf schmelzenden Zink, so erzeugt sich bleigraues, metallisch glänzendes, etwas hämmerbares, in der Hitze wie Zink brennendes Phosphorzink. Der mit Kohle reducirte Zink enthält etwas Graphit. — Der sog. Ofenbruch und die Tutia sind unreine thonhaltige Zinkoxyde. Kalium und Natronium einen sich jedes bei hoher Temp. mit dem Zink; ersteres eine spröde, körnige, bei Rothgluth fließende, letzteres eine bläulichgraue, feinblättrige, spröde Legirung bildend. Arsenik giebt mit dem Zink eine flüßige, durch Salzsäure Arsenikwasserstoff entbindende, Stibium eine harte, stahlfarbene, spröde, leichte Verbindung. Wismuth eint sich nicht mit reinem Zink.

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
43) Zinn.	Im Großen: durch Glühen mit Kohle aus dem Zinnsteine (d. i. natürl. Zinnsäure); zu chem. Versuchen wird aufgelöstes, während der ganzen Ausscheidung mit überschüßiger Säure zu versehendes Zinn (z. B. salzsaures) mit Zink metallisch gefällt u. ausgewaschen.	Bläulichweiß, von lebhaftem Glanze, in Nadeln oder Rhomboëderkrystallisirend, von hakigem Bruch, in Platten dehnbar, aber nicht zu Drath ziehbar, weich, beim Biegen knirschend, leichtflüßig, erst bei Weißglühhitze siedend.	Mit dem Sauerstoffe mischt sich das Zinn zu graue Suboxyd (an der Luft in langen Zeiträumen und auf schmelzendem Zinn sich erzeugend) zu grauweißem Zinnoxydul (sich bildend durch Auflösen des Zinns in Salzsäure, Fällung mit kohlens. Kali, Auswaschung und Erhitzung bei verhütetem Luftzutritt) die Grundlage des Zinnoxydulhydrats (entstehend durch vorhin bemerkte Fällung, blendendwei durch Hitze 5 pCt. Wasser lierend) der Zinnsäuren Zinnsalze. Letztere sind farblos, von widrigem Gesch und zum Theil krystallisir Reine und kohlens. Alkal desgleichen eisenblaus. Al fällen sie weiß. Die Ni schläge der Aetzalkalien sin Ammoniak, Kali u. tran auflöslich; die in K zerfällt erhitzt in krystallini Zinn und zinnsaures Kali. Zink reducirt daraus das in zarten Blättchen; die in moniak bildet eine nicht

stallisirende Flüßigkeit. Schwefelwasserstoff und dessen Alkaliverbindungen erzeugen in den Oxydulsalzen einen bräunlichschwarzen, Gallustinctur gar keinen Niederschlag. Auch durch Bley wird das aufgelöste Oxydul metallisch hergestellt. Die meisten hieher gehörigen Salze ziehen den Sauerstoff schnell an, damit in Verbindungen übergehend, deren Grundlage die zinnichte Säure oder das sog. weiße Zinnoxyd ist. Diese erzeugt sich, wenn verdampfendes Zinn die Luft berührt (wo es mit bläulichweißer Flamme zu sog. Zinnblumen verbrennt) oder wenn das Oxydul bei Luftberührung erhitzt wird (wo es wie Zunder verglimmt) oder, wenn ein Oxydulsalz mit Sauerstoff haltigen, und von Sauerstoff leicht trennbaren Gemischen zusammenkommt (z. B. wenn rothes Merkuroxyd damit gerieben in graues Suboxyd und Metall zurückkehrt) oder, wenn man flüßiges Chlorzinn durch wäßriges kohlens. Kali zersetzt und das gewonnene Hydrat gelinde erhitzt. Es ist als Zinnblumen in Nadeln krystallisirt, stellt aber sonst ein schneeweißes Pulver dar und giebt mit Wasser ein farbloses, halbdurchsichtiges Hydrat. Anhaltende Erhitzung an der Luft, wandelt Zinn in Zinnsäure um; dieselbe erhält man auch, durch über glühendes Zinn geleiteten Wasserdampf, unter Wasserstoffentbindung; durch rauchende Salpetersäure, die für sich oder unter Zufügung von Wasser saures, zinnsaures Ammoniak bildet (aus dem Aetzkalk das Ammoniak entwickelt) durch verdünnte Salpetersäure, wobei sich salpetersaures Ammoniak erzeugt, und durch rothes Merkuroxyd, mit dem man das Metall erhitzt. Wenn diese Säure unter Mitanwesenheit des Wassers zu Stande gekommen, so enthält sie davon einen Theil gebunden, und ist dann ein Hydrat. — Das Oxydul giebt mit der Boraxsäure durch Wechselzersetzung einen weißen, im Feuer ergrauenden, ebenso mit Phosphorsäure einen weißen, sich im Feuer verglasenden und mit Arseniksäure einen weißen, ebenfalls unlöslichen Niederschlag; mit Flußsäure kleine, weiße, glänzende, sehr saure, leichtlösliche Krystalle und mit Salzsäure (unter Entbindung von Zinnwasserstoffgas; s. Nro. 2.) eine in weißen Nadeln krystallisirende, durch viel Wasser in basisches pulvriges und saures flüßiges Salz sich verändernde Salzverbindung, die wäßriges Chlor in Salzsäure, Salpetersäure in Salpetergas, letzteres in oxydirtes Stikgas, Molybdänsäure in molybdänichte, Scheelsäure in blaues Scheeloxyd, Arseniksäure in arsenichte, Eisenoxydsalze in Oxydulsalze umwandelt, ebenso gegen Kupferoxyd-, Merkuroxyd-, Silberoxyd-Salze wirkt, selbst dem Manganoxyd allmählig Sauerstoff raubt und die Goldsalze purpurn fällt. Das Kali entzieht diesem Salze nur einen Theil der Säure, basisches Salz zurücklassend. Rothglühhitze entbindet Wasser, salzs. Oxydul, und sublimirt Chlorzinn im Minim. und hinterläßt Zinnoxydul. Salzsäure, verdünnte Schwefelsäure und Salpetersäure, desgl. Essigsäure lösen das salzs. Oxydul ungeändert auf. Das erwähnte Chlorzinn (Haloidul) erhält man auch durch Erhitzen des Zinns mit Aetzsublimat (wobei Merkur frei wird), in Form einer durchscheinend grauen, fettglänzenden, ziemlich feuerbeständigen Masse von muschligem Bruch; das Chlorzinn im Max. (oder das Haloid) oder den sogen. Libavischen rauchenden Salzgeist) hingegen entweder durch Destillation von (1 Th.) Zinn, oder Zinnamalgam oder Haloidul mit (3 Th.) Merkurhaloid, od. des salzs. Zinnoxyd's mit Vitriolöl, od. durch Verbrennung entweder des Haloiduls oder des Zinn's im Chlorgase. Es stellt eine farblose, bei — 29 6 noch flüßige, verdampfbare, an der Luft rauchende, durch etwas Wasser in salzs. Oxyd zersetzbare Flüßigkeit dar, die Phosphor und Schwefel zum öligzähen Gemisch auflöst, Ammoniak zur festen, schmutzig weißen Masse absorbirt, Chlorarsenik, Chlorphosphor und Chlorschwefel mit sich eint, und erhitzt angeblich: Stikgas (?) entbindet. Mischt man 22 Th. Zinnhaloid mit 7

Wasser, so erhält man eine feste, krystallinische, schmelzbare, mit Wasser zur Flüßigkeit einbare Verbindung der zinnichten Säure (des sog. Oxyd's) mit Salzsäure. Dieselbe Verbindung giebt auch der Luft oder dem wäßrigen Chlor preisgegebenes salzs. Oxydul; hingegen weicht die Auflösung des Zinn's in Salpetersalzsäure von diesem Gemische darin ab, daß es etwas Ammoniak enthält. Jod eint sich schnell mit Zinn zum röthlichbraunen, zerrieben orangen, sehr schmelzbaren, Wasser zersetzenden (hydrojodsaures Zinnoxyd bildenden) Gemisch. Erhitzt man zinnichte Säure mit Flußsäure, so bildet sich, während von der letzteren etwas entweicht, ein Gemisch von zinnichter Säure und Fluorzinn. Läßt man Schwefel auf fließendes Zinn wirken, so erzeugt sich unter Erglühen, das bleigraue, strahlige, krystallinische, spröde, strengflüßige Schwefelzinn im Minimum, das sich in verdünnter Salzsäure unter Entbindung von Schwefelwasserstoffgas auflöst; erhitzt man dieses mit Schwefel im bedeckten Gefäße bis zum beginnenden Glühen, so entsteht Schwefelzinn im Med., in Form eines graugelben, metallisch glänzenden, feinschuppigen Gemisches, und unterwirft man Zinnhaloidul und Schwefel höherer Temperatur, so entweicht Zinnhaloid, während Schwefelzinn im Max. zu Stande kommt. Dasselbe erhält man auch, wenn man Zinnfeile, Schwefel und Salmiak, oder Zinnamalgam aus 12 Z. und 3 Merkur, mit 7 Schwefel und 3 Salmiak, oder 1 Zinnoxydul mit $^1/_3$ Schwefel erhitzt und sublimirt. Es führt den Namen Musivgold, ist goldfarben und feinschuppig, oder besteht auch aus 6eckigen, sich fettig anfühlenden Blättchen. Erhitztes wäßriges Kali löst es mit grüner Farbe auf, und Säuren fällen daraus hydrothionsaures Oxyd. Kochende salpetrichtsaure Salzsäure wandelt es in Zinnoxyd und Schwefelsäure. Behandelt man Zinn mit wäßriger schweflichter Säure, so bildet sich schwarzes Wasser haltiges Schwefelzinn im Min. und eine Auflösung, aus welcher starke Säuren schweflichte Säure entbinden und Schwefel fällen. Das schwefelsaure Oxydul krystallisirt in feinen Nadeln, das schwefels. Oxyd bildet eine gallertartige, durch Wasser zersetzbare Masse. Phosphor giebt durch Schmelzung von gleichen Theil. Zinn und verglaster Phosphorsäure eine metallene, silberweiße, mit dem Messer schneidbare, hämmerbare, sich dabei in Blättchen theilende Masse, die beim Erhitzen unter Phosphorgeruch verbrennt. Kalium, 2 Maaß gegen 7 Maaß Zinnfeile, bildet mit dem Zinn, unter mäßiger Lichtentwickelung, eine fast zinnweiße, spröde, feinkörnige, leichtflüßige, sich schnell oxydirende, daher mit Wasser und noch stärker mit wäßrigen Säuren brausende, bei größerem Kaliumgehalt an der Luft sich selbst entzündende Legirung; das Kali bildet mit der Zinnsäure ein neutrales, im Feuer nicht fließendes aber roth werdendes, durch Lösen in Wasser saure Salzmasse absetzendes, linsenförmige Krystalle bildendes Salz. 1 Maaß Natronium und 4 Zinn einen sich schmelzend zum metallisch weißen, spröden, gegen Luft, Wasser und Säuren der Kaliumlegirung ähnlichen (d. i. als einfache galv. Kette aus 2 Leitern erster u. 1 Leiter zweiter Klasse wirkenden) Gemisch, und Zinnsäure verhält sich gegen Natron, wie gegen Kali; wie sie sich denn auch mit dem Baryt zum weißen, mit dem Koboltoxyd zum dunkelbraunen, glasigen, gepulvert fleischfarbenen, bei Rothgluth sich schwärzenden und bei Weißgluth hellblau werdenden, und mit dem Manganoxydul zu weißem pulvrigem Salze durch Wechselzersetzung sich eint, während die zinnichte Säure mit der molybdänichten Säure den sog. blauen Karmin (S. 430) darstellt. Gießt man die salzsauren Auflösungen der Tribiumsäure und der Zinnsäure zusammen, und setzt Wasser hinzu, so fällt eine unlösliche Vereinigung beider Säuren nieder. Zink ertheilt dem mit ihm leicht einbaren Zinn größere Härte, während es seine Streckbarkeit mindert. Das Stanniol enthält öfters kleine Beimi

schungen von Zink; das sog. Silberpapier ist Zinkzinn. Eisen, Kupfer und Messing werden durch Verzinnung gegen Rost geschützt. Wismuth erhöht Härte, Klang und Glanz des Zinns. Stibium vermehrt seine Weiße, und wenn es gegen Zinn nicht über 1/8 beträgt, so ist das Gemisch noch dehnbar; bei größerem Zusatze spröde. Arsenik ertheilt dem Zinn größere Weiße, Sprödigkeit, blättriges Gefüge und vermehrten Klang. Kobalt bildet damit eine hellviolette, harte Legirung. Bley eint sich in jedem Verhältniß mit dem Zinn, es härter, zäher und leichtflüßiger machend; hieher gehört das gewöhnliche Schnellloth und das Pfundzinn. Letzteres ertheilt sauren Flüssigkeiten kein Bleyoxyd (das Bley wird gegen Zinn negativ elektrisch und ist, falls es in richtigen stöchiometrischen Verhältnissen mit dem Zinne verbunden, ebendarum gegen Säureangriff geschützt). 2 Wismuth, 1 Bley und 1 Zinn ꝛc. geben im heißen Wasser schmelzende Gemische; hierin manchem Letternmetall ähnelnd. S. 344. 3 Th. Merkur und 1 geschmolzenes Zinn geben ein in Würfeln krystallisirbares Amalgam; mehr Merkur veranlaßt das Entstehen des Spiegelbeleg-Amalgams. Silberzinn ist hart und spröde. Gold wird durch Zinn weniger streckbar.

Name der Grundstoffe	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
44) Bley.	Das fast nie gediegen sondern gewöhnlich durch Schwefel vererzt (als Bleiglanz) oder mit Sauerstoff und Säuren verbunden erscheinende Bley, wird im Großen entweder mittelst Schmelzung des zuvor durch Rösten größtentheils entschwefelten Bley's (sogenannt. Werkbley) oder durch Reduktion (Frischung) des beim Abtreiben des Silbers (oder bei der Gewinnung des Goldes) unter der Benennung Bleiglätte (Silberglätte, Goldglätte) abfallenden Bleyoxyds mit Kohle (sog. Frischbley) gewonnen; im Kleinen aus der sauer erhaltenen	Das zuweilen in 4seitigen Pyramiden krystallinisch vorkommende reine Bley, ist bläulichgrau, lebhaft glänzend, weich, mit dem Messer schneidbar, hämmerbar (und durch Hämmern verdichtungsfähig, wenn es nicht ausweichen kann), aber nicht in Dräthe ausziehbar, und läßt sich geräuschlos biegen. Es ist leichtflüßig, siedet und verdampft aber erst	Schon an der Luft läuft das Bley grau an, noch mehr wenn es geschmolzen ist; im letzteren Fall überzieht es sich mit einer Haut, die zurückgeschoben sich so lange erneuet, bis alles Bley darin verwandelt ist (Bleyasche). Dieses Suboxyd ist für sich und ohne Zutritt von Sauerstoff in Säuren unauflöslich, schmilzt, unter Absonderung metallener Kügelchen zu grünlichem Glase u. stellt nun das grünlichgelbe Oxydul dar, das mit wäßrigen Säuren behandelt, schon aus der dem Wasser beigemischten Luft den nöthigen Sauerstoff anzieht, um in gelbes Oxyd überzugehen. Dieses entsteht schnell, theils durch Oxydation des Bleidampfes an der Luft, sogen. Bleiblumen bildend, theils durch längere Erhitzung der Bleiasche an vorüberströhmender Luft, da es dann das trockne gelbe Bleioxyd (Bleigelb, Massicot) darstellt. Das reine luftfreie Wasser bleibt vom Bley unzersetzt, nicht aber das Chlor-

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	essigsauren Bleiauflösung durch Zink metallisch rein gefällt.	bei Rothgluth.	haltige, und sowohl dieses, als auch die Salpetersäure u. conc. Schwefelsäure machen jenes Oxyd entstehen, indem sich bei ersterem Salzsäure

bildet, und bei letzterer schweflichte Säure entbunden wird. Die Bleiglätte ist halbverglastes Bleygelb; entstanden aus dem Silber- oder Gold haltigen Bley, auf dem (von Asche erbauten) Treibheerde, oder im Kleinen auf der Kupelle, durch fortdaurendes Zuströhmen der das stark glühende Gemisch berührenden Luft, und mehr oder weniger beladen mit dem gemeinschaftlich mit oxydirtem, das Gold oder Silber verunreinendem Metall, vornehmlich mit Kupferoxyd, mit dem es durch die Heerdrinnen abfließt. (Die Befreiung des Silbers ꝛc. von unedlen Beimischungen ist es, welche das Abtreiben bezweckt; vergl. Vauquelin's Probierkunst, herausgegeben von Klaproth.) Reines gelbes Oxyd erhält man durch hinreichende Erhitzung des „salpetersauren Bleioxyds". Es ist dann hellgelb, wird durch jedesmaliges Erhitzen bräunlichroth, beim Erkalten wieder gelb, schmilzt bei höherer Temperatur als die der Glättebildung zu durchsichtigem gelben Glase, das Siliciumsäure auf trocknem Wege auflöst (daher nicht in Thon sondern in Talk-Kreidetiegeln zu fertigen ist), durch Aufnahme von metallischem Bley in das grünliche Glas des Suboxyds übergeht, und bei stärkster Rothgluth verdampfend, sich an kältere Mauern als krystallinisches Oxyd anlegt. Mit Säuren bildet das gelbe Oxyd Salze, welche, wenn sie in Wasser löslich sind, süß zusammenziehend schmecken, und wenn die Säure nicht gefärbt ist, farblos erscheinen. Auf der Kohle vor dem Löthrohr mit etwas kohlens. Natron erhitzt, liefern sie ein Bleikorn. Gelöst werden sie (zunächst die einfachen) durch Schwefelsäure, Gallustinctur, eisenblausaures Alkali und Salzsäure (falls die Lösung nicht zu verdünnt ist), weiß gefällt (der mit über Kohlenpulver destillirter Salzsäure bewirkte Niederschlag ist vollkommen krystallinisch, der mit gewöhnlicher Salzsäure bereitete, wird es erst durch Lösen in heißem Wasser und Erkalten, da seidenglänzende 6seitige Nadeln anschießen) durch Schwefelwasserstoff und dessen Salzverbindungen bräunlichschwarz, durch Zink „metallisch". Zersetzt man ihre Lösung durch ein Alkali, so fällt das weiße (nach Scheele im Wasser etwas „lösliche") Bleioxydhydrat nieder, das durch Entwässern zunächst graugelb und dann gelb wird. Gegen Alkalien und gegen einige Oxyde schwerer Metalle, wirkt das Bleioxyd als Bleisäure. So löst 6 Th. wäßriges reines oder kohlensaures Ammoniak 1 Th. Glätte zur dunkelgelben unkrystallinischen Flüssigkeit auf; verbindet si gelöstes salzs. Oxyd mit salzsaurem Ammoniak zu einem durch Schwefelsäure nicht fällbaren Salze; giebt Glätte mit Aetzkalilauge siedend erhalten eine gelbe Flüssige, und kohlensaures Bleioxyd mit wäßrigem Aetzkali eine farblose, beim Erkalten in silberweißen Schuppen anschießende Auflösung; die über den abgesetzten Schuppen stehende Mutterlauge stellt eingedunstet eine bräunlichrothe glänzend schuppige, im Wasser bis auf einige scharlachrothe Schuppen lösliche Masse dar. Dem Kali ähnlich verhält sich das wäßrige Natron zur Glätte; und diesem ähnlich siedendes Barytwasser, nur daß hier die Eindickung der dunkelgelben Auflösung zum Zerfallen i

beide Bestandtheile führt. Siedendes Kalkwasser giebt eine gelbe Auflösung, aus welcher der bleisaure Kalk in „Spießen" krystallisirt; Kalkmilch mit Glätte erhitzt giebt eine Auflösung, welche nach einiger Zeit ein „würfliches" Salz anschießen läßt. Kupferoxyd erzeugt mit Glätte auf trocknem Wege bleisaures Kupferoxyd. Unter jenen Bleisalzen, welchen das Bleioxyd „Grundlage" ist, nennen wir hier: das zinnichtsaure, milchweiße, undurchsichtige, geschmolzene Masse (sog. Email der Zifferblätter, weiße Glasur der Fajence ꝛc.) tellursaure (durch Wechselzersetzung des tellurs. Kali und des neutralen essigsauren Bleioxyds) gelblichweiß; stibichtsaure (auf ähnliche Weise bereitet) weißer, unlöslicher Niederschlag; stibiumsaure (ähnlich bereit.) käsiger, weißer Niederschlag, den Erhitzung gelbt, ohne ihn zu schmelzen, und den Salpetersäure nur unvollständig zersetzt; arsenichtsaure (wie das vorige bereitet) weißes Pulver, das durch Reiben stärker elektrisch wird als Schwefel; arseniksaure: weißer Niederschlag; siliciumsaures (s. oben; hieher gehört auch die gewöhnliche Töpferglasur und das Flintglas S. 299); chromsaure (s. Nro. 27), molybdänsaure (Nro. 31) und molybdänichtsaure (als blaues Pulver darstellbar, durch Uebergießung von Bleyfeile mit wäßriger, Salzsäure haltiger Molybdänsäure) kohlensaure (als Weißbleyerz oder Bleispath vorkommend, und als Bleiweiß gewinnbar, durch gleichzeitige anhaltende Berührung von Bley, Essigdampf und Kohlensäuregas, oder durch Zersetzung des basisch essigs. Bleioxyds durch Kohlensäure, oder durch Berührung von Kohlensäure, atmosph. Luft und Wasser ꝛc. deutsch. Gewerbsfr. III.; hieher gehört auch das Kremnitzer und das Schieferweiß): als natürliches in gewöhnlich weißen, demantglänzenden, geschoben 4seitigen und 6seitigen Säulen, deren Grundform ein Rectangulăroktaeder ist; als künstliches eine weiße, feinerdigmatte, entweder pulvrige oder schwach zusammenhängende, geglüht Kohlensäure und Wasser entbindende, im Wasser unlösliche Masse (über die Gewinnung des essigsauren Oxyd's s. weiter unten); neutrale phosphorsaure, als Grün- und Braunbleyerz in 6seitigen Säulen vorkommende, durch Wechselzersetzung z. B. des essigs. oder des salpeters. Bleioxyd's und des phosphors. Natron's (oder der in Salpetersäure aufgelösten Beinasche, oder des Harns) in Form eines weißen Pulvers erzeugbare, bei mäßiger Hitze schmelzende, erkaltend sich eckig gestaltende, durch heftiges Glühen mit Kohle in Bley und sich verflüchtigenden Phosphor, durch Schwefel- und Salzsäure einseitig (in Phosphorsäure und schwefels. oder salzs. Oxyd) zersetzbare, in Wasser unlösliche, in wäßrigem Natron auflösliche und das saure, phosphorsaure lösliche Salz; ferner das neutrale schwefelsaure, weißpulvrige (s. oben) unlösliche, bei heftiger Gluth Sauerstoffgas und schweflichte Säure entbindende, durch siedende Salzsäure zum Theil in freie Schwefelsäure und salzs. Bleioxyd zersetzliche (durch Einwirkung von Ammoniak in das basische, unlösliche Salz übergehende) natürlich gebildet als Bleivitriol in weißen, wachsglänzenden Rectangularoktaedern, geschoben und rechtwinklig 4seitigen und unregelmäßig 6seitigen Säulen erscheinende; das schweflichtsaure, weißpulvrige, unlösliche, erhitzt schweflichte Säure entbindende und etwas schwefelsaures Oxyd nebst Schwefelbley zurücklassende; das weiße, pulvrige, zu farblosem Glase schmelzende, durch Wechselzersetzung des Boraxes und eines löslichen Bleisalzes gewinnbare boraxsaure; das neutrale salpetersaure (sog. Bleisalpeter; in weißen durchscheinenden Tetraedern und Oktaedern krystallisirend, erhitzt lebhaft verknisternd, durchglüht Bleyoxyd hinterlassend, auf glühenden Kohlen mit glänzenden Funken, beim Reiben mit Schwefel schwach verpuffend, luftbeständig, in 7½ Th. siedendem Wassers löslich). Erhitzt man die

wäßrige Lösung dieses Salzes mit Bleioxyd (oder entzieht man ihm durch Ammoniak die Hälfte der Säure) so bildet sich das aus der heißen Lösung in Nadeln, Körnern oder Schuppen niederfallende erste basische (od. basisch salpetersaure od. halbsalpetersaure) salpetersaure Bleioxyd, das durch Hitze zersetzbar, in kaltem Wasser wenig, in heißem mehr löslich ist; entzieht man diesem Salze durch Ammoniak wieder etwas Säure, oder dem neutralen soviel, daß ein weißes (im Wasser kaum lösliches, durch Gluth zersetzliches) Pulver zurück bleibt, so ist dieses das zweite basische (oder das drittelsalpetersaure Bleioxyd (oder überbasisches salpeters. Oxyd) und digerirt man endlich den aus salpeters. Bleiauflösung durch Ammoniak gewonnenen Niederschlag anhaltend mit Ammoniak, so bleibt das dritte basische oder sechstelsalpersaure oder salpetersäuerliche Oxyd in Form eines weißen, im Feuer zersetzlichen, im Wasser fast unlöslichen Pulvers zurück. Mittelst des metallischen Bley's läßt sich die salpetersaure Bleiauflösung außerdem noch in salpetrichtsaure Salze verkehren; erhitzt man nemlich Bleifeile mit jener Auflösung nur so stark, daß kein Salpetergas entweiche, so bildet sich eine gelbe, erkaltend halbsalpetrichtsaures Oxyd in gelben Blättchen absetzende Flüßigkeit; läßt man hingegen das Ganze anhaltend sieden, so fällt nach dem Abkühlen nadelförmiges, ziegelfarbenes oder blaßrothes drittelsalpetrichtsaures Bleioxyd zu Boden. Beide sind durch Rothgluth zersetzbar und im Wasser kaum löslich. Entzieht man der noch nicht krystallisirten gelben Flüßigkeit des ersteren dieser Salze durch Schwefelsäure oder durch Kohlensäure die Hälfte seines Oxyds, so bleibt das neutrale salpetrichtsaure, in zitronengelben Octaedern krystallisirende, ziemlich leichtlösliche, erhitzt gelbes Oxyd hinterlaßende Bleioxyd als gelbe Flüßigkeit zurück. — Um Fluorbley darzustellen, fällt man zuvörderst ein gelöstes Bleisalz durch flußsaures Alkali, und erhitzt dann das in glänzenden, weißen, geschmacklosen Blättchen niedergefallene flußsaure Bleioxyd, bis zum Gelbwerden; stärkere Erhitzung macht etwas Fluorgas entweichen; wäßrige Fluß- oder Salpeter- oder Salzsäure lösen es zu saurem flußsaurem Bleioxyde auf; Schwefelsäure zersetzt es in der Kälte. Das Chlor verbrennt das Bley nicht unter Lichtentwickelung, wiewohl vom Bley das Chlorgas verschluckt wird. Sowohl das Erzeugniß dieser Verschluckung, als auch die durchscheinend, grauweiße, hornähnelnde Masse (sog. Hornbley) welche man durch nicht zu heftiges Erhitzen des weißen, krystallinischen, salzsauren Oxyd's (s. oben) erhält, sind neutrales Chlorbley, das nur bei Vorüberströhmung heißer Luft bei heftiger Rothgluth in flüchtiges Haloid und zurückbleibendes Haloidul zersetzt wird. Wäßrige Alkalien wandeln es (unter Entziehung von etwas durch Wasserzersetzung gebildeter Salzsäure) in basisches salzsaures Bleioxyd um; wäßrige Salpeter- Salz- od. Essigsäure: in gelöstes salzs. Bleioxyd. Das „erstere" der letzterwähnten Salze entsteht auch, wenn man salzsaures Alkali (z. B. Kochsalz) mit heißem Wasser und gepulverter Bleiglätte zusammenreibt; die Masse quillt auf, indem das entstehende basische Salz Wasser aufnimmt, damit ein weißes, an der Luft gelbgrau werdendes Hydrat bildend; dem freiwerdenden Alkali muß Kohlensäure dargeboten werden, wenn es nicht wieder zersetzend auf das Hydrat wirken soll. (Ueber Natrongewinnung aus Kochsalz s. deutsch. Gewerbsfr. II.) Geschmolzen giebt das basisch salzs. Bleioxyd: bleioxydhaltiges Chlorbley, das als gelbe Malerfarbe benutzt wird. Schöner fällt indeß diese unter dem Namen Mineralgelb oder Casselergelb bekannte Farbe aus, wenn man 16 Unzen gepulverte Glätte mit 1 Unze gepulv. Salmiak innigst mengt, das Gemenge in schnell nacheinander folgenden

Portionen in einen rothglühenden, mit Kreide ausgestrichenen hessischen Schmelztiegel trägt, und nach 5 Minuten die wohlgeflossene Masse in einen mit Kreide ausgestrichenen Gießpuckel ausgießt. Erkaltet stellt sie einen straligen Körper dar, der zerrieben sehr schön und lebhaft gelb erscheint. Das chlorsaure Oxyd krystallisirt in weißen, glänzenden, süß zusammenziehend schmeckenden, neutralen Blättchen. Jod eint sich leicht mit dem Bley zur pomeranzengelben, schmelzbaren, unlöslichen Masse. — Schwefel eint sich mit dem Bley unter Erglühung zum künstlichen spröden, grauen Schwefelbley; die Natur liefert den „Bleyglanz" in spröden, bleigrauen Würfeln und Octaedern. Erhitzt man ein Gemenge von Bleifeile und Schwefel, so erhält man ein schön blaues Schwefelbley. Der Phosphor giebt auf schmelzend Bley getragen (oder Bleifeile mit verglaster Phosphorsäure erhitzt) das bläulichweiße, schmiedbare, sich durch Hämmern in Plättchen trennende, an der Luft anlaufende Phosphorbley. — Erglüht man gelbes Bleioxyd anhaltend unter Zuströhmung der Luft (und Ueberstreichung der Kohlenflammen) jedoch so mäßig, daß es nicht zur beginnenden Verglasung kommt, oder erhitzt man Bley schnell in einer mit Sauerstoffgas gefüllten und nachzufüllenden Retorte, so sauft es (ähnlich dem „Baryumoxyd"; Nro. 16) noch Sauerstoff ein und geht in körniges, scharlachrothes, erhitzt vorübergehend lebhaft gesättigt roth und violett werdendes Bleyhyperoxydul oder Mennige (Minium, rothes Bleioxyd) über. Stärkere Erglühung zersetzt es in Sauerstoffgas und gelbes Oxyd; Schwefelsäure in schwefelsaures Oxyd und Sauerstoffgas, Salzsäure entzieht einem Theile desselben Sauerstoff, damit Wasser erzeugend und Chlor freimachend; dieses Wasser geht mit dem freigewordenen gelben Oxyde und einem noch unzersetzt gebliebenen Antheile Salzsäure in weißes neutrales salzs. Oxydhydrat über; das freigewordene Chlor zersetzt unter Berührung des andern Antheils der Mennige (gegen welche es — E erhält, während sie + E bekommt) mittelst der erzeugten Berührungs-Electricitäten das der Salzsäure beigemischt gewesene Wasser, indem es wieder in Salzsäure übergeht, während das + E haltige Hyperoxydul den — E werthigen Sauerstoff des zersetzten Wassers aufnimmt und damit braunes Hyperoxyd (S. 394) oder sog. braunes Bleioxyd darstellt, das daher auch noch schneller und in größerer Menge gewonnen wird, wenn man wäßriges Chlorgas mit Mennige (minder reinlich, wenn man es mit Massicot) schüttelt, aber auch entsteht, wenn Mennige mit rauchender Salpetersäure zusammengerührt, oder wenn Glätte mit Platin erhitzt wird (so, daß Platinbley entsteht). Das Salpetergas der Salpetersäure wirkt dabei auf einen Theil der Mennige desoxydirend (manchmal reducirend) und vermittelt das Entstehen von etwas salpetersaurem Bleioxyd; die Salpetersäure erhält gegen die Mennige — E, diese dagegen + E, beide E zersetzen das Wasser der Säure, den — E werthigen Sauerstoff zur Mennige, den + E werthigen Wasserstoff zur Säure führend, die dadurch zum Theil in entweichendes Salpetergas desoxydirt wird. Wird Mennige dem Lichte preisgegeben, so bräunet sich ein Theil, wahrscheinlich durch Sauerstoff, den das Licht aus dem Wasser der Mennige entband, während der Wasserstoff einen andern Theil der Mennige in gelbes Oxyd verkehrt. — Trocknes braunes Hyperoxyd wird durch Licht in Sauerstoffgas und Mennige, durch wäßrige Säuren (jedoch nur unvollkommen) in Bleysalze und Sauerstoffwasser (Nro. 19) zersetzt, entzündet Phosphor unter Reiben oder bei Begießung mit Vitriolöl unter lebhafter Explosion, Schwefel durch Reiben oder durch Vitriolölbegießung (2 Hyperoxydul und 1 Schwefel) unter glanzvoller Entflammung, und Kohle nebst mehrern brennbaren Substanzen auf dem Ambos unter starkem Hammerschlag. Zur Schwefel- und Salzsäure verhält es sich wie die

Mennige; zur verdünnten Salpetersäure ähnlich dem Sauerstoffwasser bildenden Barytumoxyd. — Das Bleioxyd verschluckt langsam Blaustoffgas. 4 Maaß Bleifeile eint sich schmelzend mit 1 Kalium zur festen, feinkörnigen Bruch zeigenden, zerbrechlichen, leichtflüssigen, mit Wasser und wäßrigen Säuren stark brausenden Legirung. Die auf gleiche Weise bewirkte Sodiumlegirung ist bläulichgrau, kaum dehnbar, und von feinkörnigem Bruche; sie schmilzt bei der Temperatur der Bleischmelzung, oxydirt an der Luft, braust mit Wasser wenig, hingegen stärker mit wäßrigen Säuren. 3 Maaß Bley gegen 4 M. Sodium geben ein sprödes Metall. Heftiges Glühen bildet aus mit Bley gemengter Scheelsäure im Kohlentiegel das schwammige, kaum glänzende, sehr dehnbare, dunkelbraune Scheelbley. Wenig Molybdän macht das Bley (seine Geschmiedigkeit mindernd) weißer und härter; mehr davon bildet eine schwarze spröde Masse. $^1/_6$ Arsenik ist mit dem Bley einbar, ihm Sprödigkeit und blättriges Gefüge ertheilend; dem sog. Schrot- oder Bleihagel wird etwas Arsenik zugefügt. Das meiste Bley enthält etwas Stibium (ein Theil des verbrandten Stibium verraucht beim Rösten mancher Bleyglanze; deutsch. Gewerbsfr. III.); gleiche Gewichtstheile beider Metalle geben ein klingendes, sprödes, blättriges Gemisch; in den Lettern ist 1 Th. Stibium gegen 16 Bley vorhanden. Wismuth eint sich mit Bley in allen Verhältnissen, dessen Zähigkeit erhöhend, so wie Zink die Härte des Bleys vermehrt. Kupfer und Bley geben eine röthlichgraue, wenig streckbare, schmelzbare Legirung. Das weiße Bleiamalgam ist krystallisirbar.

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
15) Kupfer.	Erscheint in geringen Mengen gediegen, gewöhnlich oxydirt, geschwefelt oder gesäuert; aus den letzteren Verbindungen gewinnt man es im Großen, indem man es mit Kalk u. Kohle röstet und schmilzt; d. Gewerbsfr. I. Aus sauren u. sauer erhaltenen Auflösungen fällt Eisen Kupfer, das mit verdünnter Schwefelsäure und Wasser ausgewaschen und dann getrocknet wird. (Hieher gehört auch das Sämentkupfer).	Roth, von lebhaftem Glanz, sehr hart und elastisch (etwas härter als Silber) gerieben widerlich riechend, im nicht reinen (Eisenhaltigen) Zustande unangenehm auf den Geschmack wirkend. Stark klingend, sehr geschmeidig u. zähe, in feine Blättchen streckbar, u. in feine Dräthe ausziehbar. Bei beginnender	Bildet ausser dem Suboxyd mit Sauerstoff 1) das rothe Oxydul 2) das Pomeranzengelbe Oxydulhydrat 3) das schwarze Kupferoxyd u. 4) das grünlichblaue Oxydhydrat. 1) liefert die Natur als Rothkupfererz u. 3) als Kupferschwärze. Das Oxydul erhält man unter andern rein, wenn man 4 Th. metallisch gefällten Kupfers mit 5 Th. Oxyd im verschlossenen Gefäße ausglüht, oder indem man Kupferoxydulhydrat mit siedendem Wasser auswäscht und bei Verminderung des Luftzutritts trocknet. Es stellt also bereitet ein braunrothes, durch Erhitzen vorübergehend bläulichgrau werdendes Pulver dar; das natürliche bildet cochenillrothe Octaeder, Würfel, Rhomboidaldodekaeder und haarförmige Krystalle. Kalium zersetzt es un-

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
		Weisglühhitze schmelzend, bei heftiger Weisgluth siedend, an der Luft glanzlos werdend (indem es sich mit dunkelem ins Bläuliche spielendem Suboxyd überzieht).	ter Feuerentwickelung, heftiges Glühen unter Ausschluß der Luft macht es in Metall und Oxyd zerfallen; ebenso wässrige Schwefelsäure und Phosphorsäure, indem sie das entstandene Oxyd auflösen. Sein Hydrat gewinnt man, indem man saures salzsaures Oxydul durch reines oder kohlens. Alkali zersetzt und den Niederschlag auswäscht. Dieses verliert erhitzt sein Wasser, wandelt sich aber, falls es dabei die Luft berührt, in Oxydhydrat

um. Letzteres wird auch durch Fällung der Oxydsalze mit Alkali gewonnen, ist getrocknet zerbrechlich, von muschligem Bruch, schmeckt stark metallisch, geht schon durch Kochen, noch mehr durch starkes Erhitzen in Oxyd über. Dieses sondert sich beim Glühen und schnellem Abkühlen (durch Wasser) des Kupfers an der Luft in schwarzen Schuppen ab (Kupferhammerschlag) erzeugt sich bei dem hell grünlich flammenden Verbrennen des siedenden Metall's, sofern dasselbe von Luft bestrichen wird (Kupferblumen) und entsteht auch durch Sieden des Kupfers mit wässriger Salzsäure, oder wenn man salzsaure Dämpfe über in Röhren befindliches glühendes Kupfer streichen läßt; es bildet sich hiebei Chlorkupfer (das sich aber durch „Wasserzersetzung" sogleich in salzsaures Oxyd verwandelt) und wird mit grüner Flamme brennendes, irrespirables, nicht saures Kupferwasserstoffgas frei. Salpetersäure u. conc. Schwefelsäure werden unter Ausscheidung von Salpetergas und schweflichter Säure zersetzt, indem sich salpetersaures und schwefelsaures Oxyd bildet. Kalium und Natronium zersetzen das Oxyd unter Feuerentwicklung. Die hier zu nennenden Oxydulsalze sind: das schweflichtsaure (das unter andern neben schwefelsaurem Oxyd entsteht, wenn man schweflichtsaures Kali mit salpetersaurem Oxyd heiß vermischt): kleine, glänzend dunkelrothe luftbeständige Krystalle bildend, die durch Sieden mit Wasser in schwefelsaures Oxyd, freies Oxydul, Schwefelkupfer und entweichende schweflichte Säure auseinander gehen, (nimmt man obige Mischung kalt vor, so erhält man gelbes pulvriges schweflichtsaures Kupferoxydkali); saure salzsaure (durch heiße Auflös. des Kupferhaloidul in wässrige Salzsäure gewinnbare) in weißen tetraedrischen Krystallen anschießend, hingegen in olivgrünen Prismen, wenn das Oxydul als Hydrat zugegen ist; es entsauerstofft die Luft; fällt auf gleiche Weise wirkend aus dem flüssigen salzsauren Goldoxyde metallisches Gold, macht frisch gefälltes blaues eisenblausaures Eisenoxyd weiß, Molybdänsäure blau, wandelt Aetzsublimat (Merkurhaloid) in milden Sublimat (Merkurhaloidul) läßt durch zugesetzten Eisenvitriol metallisches Kupfer, durch Wasser Kupferhaloidul fallen, und löst sich in Aether auf; das weiße käsige blausaure, das weiße pulverige schwefelblausaure, das weiße, pulvrige eisenblausaure, das Kupferoxydhaltige salzsaure, (durch Sieden von salzs. Oxyd mit Kupfer bereitbare) eine braune Flüssigkeit darstellende, und das in Ammoniak aufgelöste, farblose, bei zutretender Luft sich blau färbende, das man durch Uebergießen der Kupferspähne mit wässr

rigem Ammoniak unter Luftzutritt, oder durch anhaltendes Berühren von Kupferfeil und Kupferoxydammoniak gewinnt. Letzteres erhält man auf vorhin bemerkte Weise als dunkelsaphirblaue, mit derselben Farbe „krystallisirende" Flüssigkeit. Phosphor bringt die Auflösung zunächst auf Oxydulammoniak zurück, und fällt nach und nach (bräunliches) Kupfer. (Behandele man frischgefälltes Kupfer mit Ammoniak, so erscheint die Auflösung zunächst violett, wird durch Phosphor schnell farblos, indem sich dieser mit hellrothem Kupfer bekleidet.) Das krystallisirende blaue Oxydammoniak zerfällt erhitzt in Kupfer, Stickgas, und erzeugtes Wasser. Mit der Schwefelsäure giebt es das schwefels. Kupferoxyd Ammoniak, das man gewöhnlich durch Fällung und Wiederauflösung des schwefels. Kupferoxyds durch und in Ammoniak bereitet, da es dann in dunkelsaphirblau tafelförmigen Säulen, Blättchen und Spießen krystallisirt; eine Krystallisation, welche zugesetzter Alkohol (in dem das Salz unlöslich ist) befördert. An der Luft verliert das Salz den größeren Theil seines Ammoniaks und geht dadurch in ein bläulich grünes Pulver über. Vermischt man schwefelsaures Ammoniak mit Kupferoxydammoniak, so bekommt man ein ähnliches, mehr Wasser und Schwefelsäure enthaltendes, krystallisirbares Salz, das schwefelsaure Ammoniak-Kupferoxyd. Auf gleiche Weise giebt kohlensaures Kupferoxyd und wässriges kohlens. Ammoniak, das hellblaue kohlensaure Ammoniak-Kupferoxyd, und ähnliche Doppelverbindungen gewährt auch die Salpetersäure, Salzsäure und Essigsäure mit dem Ammoniak-Kupferoxyd und Kupferoxyd-Ammoniak. Hinsichtlich der übrigen hier zu nennenden Oxydsalze verdient bemerkt zu werden, daß das wässrige Kali etwas Oxyd auflöst, aber durch Wässerung wieder fallen läßt, während wässriges, neutrales kohlensaures Kali mit kohlensaurem Oxyd ein blasblaues, octaedrisches Salz bildet. Natron verhält sich dem Kali analog. Schüttelt man Kupferoxyd mit wässrigem blausaurem Kali, so erhält man eine gelbliche Flüssigkeit, aus welcher kupferblausaures Kali in gelb durchsichtigen Säulen anschießt. Die Schwefelsäure bildet mit dem Kupferoxyde ein neutrales und ein basisches Salz. Das erstere ist längst unter der Benennung Kupfervitriol (blauer Vitriol, cyprischer Vitriol) bekannt, erscheint selten natürlich gebildet, wird hingegen aus künstlichem und natürlichem Schwefelkupfer (nach Art des Eisenvitriols; N. 40) oder aus saurem schwefelsaurem Eisen durch eingelegtes metallisches Kupfer (in Folge der Bildung einer galvt. Kette) oder aus Kupfer durch Behandlung mit Schwefelsäure etc. bereitet; d. Gewerbskr. III. Das wasserfreie Salz stellt ein weißes, Lakmus röthendes, herb schmeckendes Pulver dar, welches durch heftige Gluth Schwefelsäure, schweflichte Säure und Sauerstoffgas entbindet, und mit Wasser lasurblaue, geschoben 4seitige, an der Luft weißlich verwitternde, durch Erhitzung wasserfrei werdende, in 4 Th. kalten und 2 heißen Wassers lösliche Krystalle bildet. Versetzt man die wässrige Lösung mit etwas gelöstem Alkali, so fällt das grüne, schmacklose, pulvrige basische Salz nieder. Das phosphorsaure Oxyd kommt in dem Pseudo-Malachit, wie auch durch Wechselzersetzung u. im letzteren Fall, als bläulichgrüner, bei Rothgluth durch Entwässerung sich bräunender, Niederschlag vor. Schlägt man gelöstes schwefels. Kupfer durch gelösten Borax nieder, so erhält man das pulvrige, kaum lösliche, grasgrüne, bei Rothgluth dunkelroth glasige boraxsaure Oxyd. Kommt Kupfer (besonders unreines, als Doppelmetal das Element einer galvanischen Kette bildend) mit feuchter Luft in Berührung, so bildet sich Kupferrost und fall's Kohlensäure mit zugegen ist: sog. Grünspan (der eigentliche Grünspan enthält zugleich Essigsäure und wird durch Schichtung mit in saurer Gährung begriffenen Weintrestern,

oder durch unmittelbare Einwirkung der Essigsäure gebildet, in letzterer aufgelöst, liefert er den sog. krystallisirten Grünspan, d. i. krystallinisches essigsaures Kupferoxyd, das auch durch Wechselzersetzung von schwefels. Kupferoxyd und essigs. Kalk erzeugt werden kann) es ist dieses basisch kohlensaures Kupfer, von blaugrünlicher, erwärmt ins Gelblichgrüne übergehender Farbe, das sich im Wasser nicht löst, durch Hitze in schwarzes Oxyd übergeht, und in der Natur als Hydrat in der lasurblauen, geschobene und rechtwinklig 4seitige u. 6seitige Säulen bildenden Kupferlasur, und ohne chemischgegenwirkendes Wasser als smaragdgrüner, nadelförmiger (blättriger, fasriger, dichter) Malachit vorkommt. Dasselbe Salz erzeugt sich auch aus dem der Luftberührung preisgegebenem Oxydhydrat, und durch Fällung des in Säuren aufgelösten Oxyds mittelst des gewöhnlichen basisch kohlensauren Kali. (Das Braunschweiger Grün und Bremer Blau sind ebenfalls kohlensäure haltige Kupferoxyde; das erstere ohne das letztere mit gebundenem Wasser.) Die Salpetersäure greift das Kupfer stark an, es unter lebhafter Erhitzung, Salpetergas- und Stickgasentwickelung mit grüner, sehr bald ins Blaue übergehender Farbe auflösend; aus der Auflösung krystallisirt das Wasser haltige, neutrale, lasurblaue Salz in Parallelepipeden, von ätzender Beschaffenheit und scharf metallischem Geschmack. Auf glühenden Kohlen ist es schwach, mit Phosphor unter Hammerschlag stärker und „schnell in Stanniol gerollt“ unter lebhafter Erhitzung stark verpuffend. Vom Wasser wird es (als an der Luft zerfließend) leicht aufgenommen; erhitzt schmilzt es in seinem Krystallwasser und verliert darauf, wenn sein Wassergehalt größtentheils verdampft ist, soviel von seiner Säure, daß es als basisches Salz, in Form eines grünen, geschmacklosen, unlöslichen Pulvers zurückbleibt. — Aus der blauen flußsauren Auflösung, schießt das flußsaure Oxyd in kleinen bläulichen; aus der grünlichblauen chlorsauren das chlorsaure Oxyd in grünen säuerlichen, auf glühenden Kohlen grüne Flammen bildenden, zerfließlichen; aus der salpetrichtsalzsauren, grasgrünen des Kupfers (oder aus der wässrigen Auflösung des Haloids) oder aus der salzsauren des Oxyds das neutrale salzsaure Wasser haltige Oxyd, in grasgrünen, rechtwinklig parallelepipedalischen Krystallen an. Das letztere (sehr lösliche, zerfließliche, in Weingeist lösliche) Salz ist leichtflüssig, und geht durch (etwas über 200° C. erreichende) Erhitzung in Kupferhaloid über. Dieses (auch durch rothleuchtendes Verbrennen des Kupfers in Chlorgas und durch andauernde Berührung des genannten Gases und des Haloiduls erzeugbare) Chlorat besitzt entweder eine braune oder eine gelbe Farbe, die durch Wasseranziehung anfänglich ins Weiße und dann ins Grüne des nun gebildeten salzsauren Oxyds übergeht, und zerfällt durch Erhitzung in Chlorgas und Haloidul. Letzteres wird neben dem Haloid beim Verbrennen in Chlor, ausserdem aber auch theils durch Erhitzen von 1 Kupfer mit 2 Aetzsublimat, theils durch andauerndes Berühren und Erhitzen von Kupferfeil und wässriger Salzs. unter Abhaltung der Luft, theils durch Zusammenmischen von aufgelöstem Kupferoxyd und salzsaurem Zinnoxydul und Erglühung des dadurch abgesetzten weißen Pulvers in Form einer geschmolzenen, hellgelben, unvollkommen krystallinischen, bei schnellem Erkalten dunkelbraun werdenden, sehr feuerbeständigen, an der Luft erhitzt in weiße Dämpfe zergehenden Masse dargestellt. Kali zersetzt dieselbe auf nassem wie auf trocknem Wege; Salpetersäure erhitzt sich damit unter lebhafter Salpetergas-Entbindung und löst sie mit anfänglich violetter, dann blauer Farbe auf; wässrige Salzsäure giebt damit „saures salzs. Oxydul“. Das basische salzsaure Oxyd, das die Natur als Salzkupfererz (zuweilen in grünen, geschoben 4seitigen und 6seitigen Säulen krystallisirt) liefert, erhält man unter andern durch Zusatz von

Alkali zur salzs. Auflös. in Form eines blaßgrünen Niederschlags, der unlöslich ist, u. erhitzt nach u. nach in Haloid haltiges und dann in Hasoxydul haltiges braunes Oxyd übergeht. Das „weiße“ unlösliche scheelsaure, „blaue“ lösliche molybdänsaure, „gelbbraune“ unlösliche chromsaure und das (künstliche) bläulichgrüne unlösliche arseniksaure Oxyd, gewinnt man durch Wechselzersetzung; letzteres kommt in der Natur mit Wasser als Linsenerz (himmelblaue, stumpfe Rectanguläroctaeder), Kupferglimmer (smaragdgrüne, 6seitig tafelförmige Octaedersegmente) und Olivenerz (olivenfarbene, häufig nadelförmige und mannichfach gestaltete Krystalle) vor. Das künstliche, in Säuren auflösliche arseniks. Oxyd, schmilzt bei beginnender Rothgluth zur olivengrünen Masse. Vermischt man wässriges Kupferoxyd-Ammoniak mit gelöster arsenichter Säure, oder arsenichtsaures Kali mit einer Kupferauflösung (z. B. mit gelöstem Kupfervitriol), so erscheint das arsenichtsaure Oxyd in Form eines zeisiggrünen Niederschlags (Scheel'sches Grün) der erhitzt Säure und Wasser entweichen und schwarzes Oxyd zurück läßt. Die stibichte Säure gewährt mit dem Oxyde (ein unlösliches, blaßgrasgrünes, erhitzt pistaciengrünes, u. die Stibiumsäure (ebenfalls durch Wechselzersetzung) ein blaßgrünes, sehr lockeres, getrocknet blaugrünes, erhitzt dunkelpistaciengrünes, unlösliches Salz, welches stärker erhitzt für sich erglimmt (wobei seine Farbe ins Röthlichweiße übergeht) und auf glühender Kohle unter „schwacher Verpuffung“ reducirt wird. Eisenblausaures Kali fällt aufgelöstes Kupferoxyd schön rothbraun; blausaures Kali hingegen gelb, hydrojodinsaures Alkali: grauweiß, Hydrothionsäure und hydrothionsaures Alkali: bräunlichschwarz, Gallustinctur: braun, Eisen, Zink, Zinn, Blei und Kobalt metallisch. Mit dem Kohlenstoff vereint sich das Kupfer unvollkommen, wenn man Weingeist über glühende Kupferspähne streichen läßt; die dadurch gewonnene sog. Metallkohle enthält etwas Kupfer; vollkommener bei allmählig vermehrter andauernder Glühung mit Kohlenstaub geschichteten Kupferbleche; s. Gewerbsfr. III. Das Silicium giebt (durch heftiges Weißglühen eines Gemenges von Kupfer, Kieselerde und Kohle) mit Kupfer ein in Salpetersäure vollkommen auflösliches (beim Abdampfen der Auflösung 5 Proc. Siliciumsäure ausscheidendes) Metallgemisch; das Kupferoxydul färbt Glasflüsse undurchsichtig braunroth, das Oxyd durchsichtig smaragdgrün. Leichter eint sich mit dem Kupfer das Jod; schon bei mäßiger Erhitzung wird ersteres vom letzteren zur braunen Masse durchdrungen; dieselbe bildet sich auch, wenn der durch hydrojodinsaure Alkalien in Kupferauflösungen bewirkte grauweiße Niederschlag (hydrojodinsaures Kupferoxyd) bis zur Wasserbildung und Entweichung erhitzt wird. Der Phosphor durchdringt das rothglühende Kupfer zur metallisch weißen, in 4seitigen Säulen krystallisirenden, das Eisen an Härte übertreffenden, nicht streckbaren, Masse, die leichtflüssiger als Kupfer, ungefähr 20 proc. Phosphor enthält, und auch durch Glühen gleicher Theile Kupfer und verglaster Phosphorsäure unter Zusatz von $^1/_8$ Kohlenpulver gewonnen wird. Der schwärzlich bleigraue und eisenschwarze, manchmal in 6seitigen Säulen und doppelt 6seitigen Pyramiden krystallisirte, mehr od. weniger weiche oder geschmeidige) Kupferglanz, stellt die natürl. Verbindung des Schwefel's mit dem Kupfer dar. Eine sehr ähnliche Verbindung erhält man, wenn man 18 Th. Kupferfeile mit 8 gepulv. Schwefels mengt und erhitzt; bei der Durchdringung erglüht das Kupfer sehr lebhaft. Ehemals bereitete man auch (unter der Benennung gebrannt Erz) durch abwechselnde Schichtung von Kupferblechen und Schwefelpulver und Ausglühung in bedeckten Tiegeln das künstliche schwarzgraue Schwefelkupfer, oder auch durch Mengung u. Selbsterhitzung von Kupferfeil, gepulvertem Schwefel und Wasser. Werden

doppelte chem. Antheile Schwefel mit dem Kupfer vereint, so bildet sich das blaue (als Malerfarbe benutzbare) Schwefelkupfer; wird umgekehrt der Kupfergehalt vermehrt, so entsteht das Schwarzkupfer u. tritt statt dessen ursprünglich Schwefeleisen hinzu, so entspringt daraus der Kupferkies. Schwefelkohlenstoffdampf über glühend Kupfer geleitet, bildet eine glänzend schwarze, durch Behandlung mit Salpetersäure Kohle ausscheidende Masse. Scheel eint sich mit Kupfer zur bräunlichkupferrothen, Molybdän zur blasrothen dehnbaren, Mangan zur röthlichweißen, sehr streckbaren, grün anlaufenden, Stibium zur röthlichen, blättrigen, spröden, violett anlaufenden, Wismuth zur blasrothen, spröden, blättrigen, Nickel zur röthlichen, etwas dehnbaren, und Platin zu einer bei großem Kupferzusatz noch weißen, streckbaren, hoher Politur fähigen Legirung. Arsenik verbindet sich mit dem Kupfer zu sog. Weißkupfer (Weißes Tombak) das bei geringem Arsenikgehalt biegsam, bei größerem spröde und hart ist; vergl. S. 157. Die Vereinigung erfolgt bei einem Gemenge von Kupferfeile, weißen Arsenik (arsenichter Säure) und Kohlenpulver unter Bedeckung von Kochsalz und Kohle sehr leicht. Auf ähnliche Weise vereint sich Zink entweder unmittelbar (bei verhindertem Zutritt der Luft) oder indem es aus Calmey durch Kohle hergestellt wird, während es in Fluß kommendes Kupfer berührt zu dehnbarem Gelbkupfer (welches nach Maaßgab des größeren Kupfergehalt's entweder als Messing, oder Prinzmetall, Similor, Tombak, Pinchbeck, Lioner Tressenmetall rc. erscheint; d. Gewerbsfr. III. u. IV.) und Zinn zum Waffenmetall der Alten (0,1 Zinn haltige sehr hart und elastisch) zu den verschiedenen Arten der Bronze (0,2 bis 0,3 Zinn enthaltend) zur goldgelben biegsamen Bronze (0,05 Zinn haltend) zu Stückgut oder Kanonenmetall (10,111 bis 0,09 Zinn haltend) und zum Glockengut (0,195 bis 0,17 Zinn enthaltend). Ueber die Amalgamation des Kupfers; s. S. 398. 3 Th. Kupfer mit 1 Th. Rhodium giebt ein röthliches, sich gänzlich in Salpetersäure auflösendes Gemisch, ohngeachtet das Rhodium für sich von jener Säure nicht angegriffen wird; indeß verhalten sich mehrere der übrigen Metalle zum Rhodium hinsichtlich der Auflöslichkeits-Beförderung auf ähnliche Weise. Das Iridium giebt im Verhältniß von 1 gegen 4 Kupfer eine hämmerbare, blasrothe, das Kupfer an Härte beträchtlich übertreffende, durch Salpetersäure in auflösliches Kupfer und unauflösliches, als schwarzes Pulver sich absonderndes Iridium zerfallende Legirung; das Osmiumkupfer ist sehr dehnbar und löst sich leicht in Salpetersäure auf (Destillation sondert das flüssige Wasser-Osmiumoxyd, vom feuerbeständigen Kupferoxyd).

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
46) Merkur (Syn. Quecksilber, Wassersilber).	Im Großen gewinnt man das Merkur, durch Mengung der Quecksilberze mit Kalkstein und Destillation aus Retorten oder Töpfen, oder in eigends dazu eingerichteten, mit sehr starken	Bläulich-weiß, lebhaft glänzend, tropfbar, sehr adhärirend, unter −39° C in Octaedern oder Nadeln krystallisirend, und	Der Sauerstoff vereint sich mit dem Merkur 1) zum schwarzen, geschmack- und geruchlosen, nicht giftigen, schon durch Tageslicht, Reibungswärme rc. in Merkur und Sauerstoff (durch phosphorichte Säure in Merkur und Phosphorsäure) durch Kalium oder Sodium mittelst Erhitzung unter starker

Namen der Grundstoff	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	Mauern versehenen Oefen. Im Kleinen durch Destillation eines Gemenges aus Zinnober und Eisenfeil oder Aetzsublimat u. Pottasche.	dannstreckbar und mit dem Messer schneidbar. Durch Zusammenreiben mit Schwefel, oder Zucker, Schwefelstibium, Fett rc. so wie durch Schütteln mit Wasser, Oel, Alkohol, rc. bis zur Glanzlosigkeit in kleinste, mit der fremdartigen Materie gemengte Kügelchen zertheilbar, und dann das Ansehen eines schwarzen oder grauen Pulvers annehmend. (Sog. getödteter Merkur, od. durch sich selbst entstandener Quecksilbermohn; angebliches Merkursuboxyd) Bei 349° bis 356° C. verdampfend. Sämmtliche Verbindungen des Merkur sind durch Hitze entweder zersetzbar oder verflüchtigungsfähig.	Feuerentwickelung und schwacher Verpuffung in Merkur und Alkali zersetzbare Oxydul; 2) zum rothen, glänzend körnigen oder erdigen, erhitzt vorübergehend dunkelzinnoberrothen und dann violetten, durch an Gluth grenzende Erhitzung in Merkurdampf und Sauerstoffgas zerfallendem Oxyd. Dieselben Mittel, welche das Oxydul zersetzen, machen auch das Oxyd in ähnliche Educte und Producte zerfallen, außerdem aber erfolgt dieses auch durch erhitzte Zinn- oder Zinkfeile (unter Entzündung) durch Phosphor und Wasser (unter Erzeugung von „Phosphormerkur" und Phosphorsäure) durch Phosphor unter dem Hammer mit lebhafter, und durch Schwefel im zu erhitzenden Tiegel oder Kölbchen mit heftiger Explosion. (Es fragt sich indeß, ob das reine, sonst unter dem Namen „durch sich selbst gefällter Merkur" bekannte, durch anhaltendes Sieden des Merkur in sehr hohen, offenen Kolben am zweckmäßigsten unter Zusatz von etwas Gold, das als solches den + E Werth des Merkur erhöht, indem es — E werthig wird — bereitete Oxyd, die letzt erwähnten Erscheinungen in solchem Maaße gewähren würde? Das jetzt gebräuchliche Merkuroxyd ist nemlich meist etwas Salpetersäure haltig oder ein überbasisches salpetersaures Merkuroxyd, weil es durch zersetzende Erhitzung des salpetersauren Oxydes bereitet zu werden pflegt.) Das Oxydul wird am leichtesten durch Zersetzung eines Oxydulsalzes mittelst der Lösung eines „feuerbeständigen" Alkali gewonnen; Ammoniak darf dazu nicht gewählt werden, da es selbst mit dem Niederschlage in Verbindung zu treten vermag. Die Oxydulsalze sind gewöhnlich

weiss, oder farblos durchsichtig, in der Regel in Wasser löslich, widrig metallisch schmeckend, werden durch Aetzkalien schwarz durch Kohlensäure gelb (Verflüchtigung der Kohlensäure stellt das Merkur metallisch her), durch schwefelwasserstoffsaure bräunlichschwarz, durch salzsaure weiss, ebenso durch phosphorsaure und eisenblausaure, durch hydrojodinsaure grünlichgelb, durch boraxsaure gelblichweiss und durch chromsaure scharlachroth niederschlagen, mit den bemerkten Säuren meist unlösliche Salze bildend, von denen das salzsaure durch Sublimation in Merkurhaloidul (sog. mildes salzsaures Quecksilber oder Calomel) übergeht, das jedoch gewöhnlich durch Sublimation des Haloid's mit zugesetztem Merkur (4 Haloid gegen 1 Merkur) bereitet wird und gewöhnlich mit graugelblichweißer Farbe, fasrige Textur verbindet, selten in 4seitigen zugespitzten Säulen sublimirt, sich am Lichte dunkler färbt, im Dunkeln gerieben phosphorescirt und vor beginnender Gluth verdampft ohne daß es vorher in Fluß käme. — Gallustinctur fäll't die Oxydulsalze orange, phosphorige Säure und Kupfer scheiden daraus das Merkur in laufender Gestalt ab. (Das Haloidul zerfällt bei Erhitzung mit viel Schwefel, oder Phosphor in Chlorschwefel ꝛc. u. Merkur; mehrere Metalle wirken unter ähnlichen Umständen auf gleiche Weise.) Ein Hydrat des Oxyduls ist sowenig als des Oxyds bekannt. Die Oxydsalze sind bei enthaltenden farblosen Säuren im neutralen Zustande farblos, im basischen hingegen gelb. Sie schmecken sehr widrig metallisch, wirken als Gifte, und werden mit Ausnahme des blausauren durch eisenblausaure und durch phosphorsaure Alkalien „weiß", durch salzsaure gar „nicht", hingegen durch hydrojodinsaure schön „scharlachroth", durch reine und kohlensaure feuerbeständige „röthlich" (als feinzertheiltes, im letzteren Fall etwas Kohlensäure haltiges Oxyd) durch ätzendes und kohlensaures Ammoniak hingegen „weiß" (als Ammoniak haltige Doppelsalze) gefällt. Hydrothionsäure und deren lösliche Salze verwandeln die Merkuroxydsalze zunächst in Oxydulsalze (ebenso wirkt phosphorichte Säure, wenn sie in geringer Menge beigegeben wird; größere Mengen reduciren das Oxyd zu Metall) wirken dann aber wie auf die Oxydulsalze zersetzend. Ein ähnliches Verhalten zeigt auch die Gallustinctur, die daher auch die Oxydsalze „orange" fällt. Kupfer schlägt aus den letztgenannten Salzen das Merkur metallisch nieder; Eisen wirkt in vielen, Zink in wenigen Fällen auf ähnliche Weise. Wasser zersetzt mehrere der neutralen Oxydsalze in lösliche saure und unlösliche basische. Hinsichtlich beider Hauptarten der Merkursalze bemerken wir noch Folgendes: das schwefelsaure neutrale Oxydul krystallisirt in weißen Säulen, das gelbe basische ist ein unlösliches Pulver, das saure farblose eine leichtlösliche Salzmasse; das „neutrale schwefels. Oxyd" ist ein schmutzigweißes, durch Wasser (vorzüglich durch heißes) in basisches gelbes schwerlösliches (sog. mineralischer Turpeth) und in saures, zerfließliches, in Säulen anschießendes Salz zerfallend; das jodsaure Oxydul stellt einen weißen, perlmutterglänzenden Niederschlag dar; das chlorsaure Oxydul (gleich dem vorigen durch Wechselzers. des salpeters. Oxydul's und chlorsauren — oder jodsauren — Kali darstellbar) auf heißer Platte mit rother Flamme verpuffende, erscheint in grünlichgelben Körnchen; das chlorsaure Oxyd krystallisirt in kleinen Lakmus röthende Nadeln, zerfällt erhitzt in Sauerstoffgas, Aetzsublimat, Calomel und Merkuroxyd, und wird von Schwefelsäure (unter Entbindung von Chloroxyd) orange gefällt; das salpetersaure Oxydul (kalt bereitete salpeters. Merkurauflösung) schießt in weißen die Haut purpur u. schwarz färbenden Octaedern an. Gesäuertes Wasser löst sie auf und Sieden mit Wasser macht sie in saures lösliches u. basisches unlösliches gelbes Salz (Salpeterturpeth) zerfal-

len. Anhaltendes Kochen verflüchtigt etwas Merkur und hinterläßt salpetersaures Oxyd. Letzteres wird durch heißes Auflösen als neutrales, in weißen Nadeln krystallisirendes Salz gewonnen, färbt die Haut dunkelpurpur, schmeckt fast ätzend, zerfällt durch Wasser in flüßiges saures und pulvriges gelbes basisches Salz und durch starke Hitze in Oxyd und mehr oder weniger zersetzte Säure (s. oben). Anhaltendes Sieden mit Wasser bewirkt eine ähnliche Zersetzung. Versetzt man die neutrale Auflösung mit reinem oder oder kohlensaurem Ammoniak, so fällt weißes, pulvriges salpetersaures Merkuroxyd-Ammoniak nieder; wird hingegen die salpetersaure Oxydulauflösung mit Aetzammoniak gefällt, so besteht der sammtschwarze, feine, in Essigsäure auflösliche Niederschlag aus Oxydul-haltigen salpetersaurem Merkuroxydul-Ammoniak (Hahnemann's auflösliches Merkur); verdünnte Salpetersäure entzieht ihm das überschüßige Oxydul und hinterläßt das salpeters. Oxydul-Ammoniak als weißes Pulver. — Arsenichte Säure erzeugt in der kalt bereiteten Auflösung einen weißen, Arseniksäure einen gelblichweißen, erstere in der heiß bereiteten Auflösung einen „weißen", letztere einen „gelben" Niederschlag; sämmtliche 4 Niederschläge lösen sich in verdünnte Salpetersäure auf. Chromsäure liefert mit dem Oxydul das scharlachrothe (No. 27) mit dem Oxyd ein gelbes lösliches Salz. Stibiumsaures Oxyd gewinnt man durch Erhitzen von Stibiumpulver mit rothem Oxyd; die Masse verglüht, es wird ein Theil des Merkur reducirt, während dessen Sauerstoff das Stibium säuert und so das bemerkte Salz in Form eines dunkelolivengrünen Pulvers hervorgehen läßt. Der in der salpetersauren Oxydul-Auflösung durch molybdänsaures Kali bewirkte Niederschlag ist weiß und in 600 Th. Wasser löslich. — Gießt man flüßige Blausäure auf Merkuroxyd, so löst sich dieses unter großer Erhitzung (die zur Explosion führen kann) auf (heißes Oxyd erhitzt sich durch Einsaugung von Blausäuregas so sehr, daß die kaum entstandene Verbindung wieder zerfällt). Das durch die Auflösung gewonnene Salz ist neutrales blausaures Merkuroxyd. Wohlfeiler gewinnt man dasselbe, indem man 1 Merkuroxyd mit 2 Berlinerblau und viel Wasser siedet, durchseihet, die klare Flüßigkeit nochmals mit etwas Merkuroxyd (zur Fällung alles Eisens) kocht, und endlich nochmals die filtrirte Flüßigkeit durch Blausäure neutralisirt. (Fügt man nicht Blausäure hinzu, sondern noch mehr Merkuroxyd, so erhält man das basische, in feinen, büschelförmig gehäuften Nadeln krystallisirende blausaure Oxyd.) Keine der Sauerstoffsäuren, kein Alkali und weder ein alkalisches noch ein erdiges Salz zersetzt die neutralisirte Flüßigkeit, wohl aber erfolgt Zersetzung durch Salzsäure (indem sich salzs. Oxyd erzeugt) Hydrothionsäure und durch salzs. Zinnoxydul, indem letztere beide dem Oxyde Sauerstoff entziehend Blausäure frei machen. Aus der unzersetzten neutralen Flüßigkeit krystallisirt durch Abdampfen das Blaustoffmerkur (Cyanquecksilber) in weißen, undurchsichtigen, 4seitigen, mit 4 Flächen zugespitzten oder mit einer schräg abgestumpften Pyramiden, die, wenn sie vollkommen trocken sind, erhitzt (sich schwärzend u. schmelzend) in Blaustoffgas (Cyangas, Cyanogengas, Stickstoffkohlenstoffgas; S. 63) und Merkur (bei zu starker Hitze zugleich in etwas Kohle und Stikgas) zerfallen, während sich ein kleiner Antheil Blaustoffmerkur sublimirt. Wasser wandelt (indem es zersetzt wird) das Blaustoffmerkur wieder in neutrales blausaures Merkuroxyd. — Reines Merkuroxyd verschluckt allmählig etwas Cyangas, dämit das cyansaure Merkuroxydul darstellend. — Erhitzt man das weiße eisenblausaure Eisenoxydul (s. No. 40) mit Merkuroxyd, so krystallisiren aus der Flüßigkeit gelbliche Säulen, das Eisenblaustoffmerkur darstellend; Kochen mit Merkuroxyd und Wasser scheidet das Eisen

als Oxydul aus und wandelt die Flüssigkeit in blaus. Merkuroxyd um. Flussäure löst das Oxyd auf und giebt durch Abdampfen das in kleinen, gelblichen, blattförmigen Krystallen erscheinende Hesphormerkur, welches erhitzt sich unverändert sublimirt, in Wasser unlöslich ist, jedoch durch anhaltendes Berühren warmen Wassers in Merkuroxyd und in lösliches saures flussaures Oxyd zerfällt. Läßt man Chlorgas auf trocknes erwärmtes Oxyd wirken, so bildet sich (neben etwas Aetzsublimat) eine braune Verbindung von Merkurhaloid mit (noch nicht für sich dargestelltem, wahrscheinlich braunem) Merkurhyperoxyd, die erhitzt in Sauerstoffgas, rothes Oxyd, und Haloid zerfällt. Erhitzt man in salpetrichter Salzsäure aufgelöstes Merkuroxyd, so sublimirt sich ein bräunlichrothes Pulver; wahrscheinlich die vorige Verbindung mit noch einmal soviel Haloid. Dieses — sonst auch „salzsaures Quecksilberoxyd", oder „ätzender Quecksilbersublimat", oder schlechthin Sublimat, oder Aetzsublimat genannt — kommt, wiewohl selten, als Quecksilberhornerz natürlich gebildet vor, entsteht durch Verbrennen des siedenden Merkur's in Chlorgas (mit lebhaft rother Flamme) neben Haloidul, ohne letzteres durch Erhitzen des salzsauren Oxyds (oder eines Gemenges von Merkur, Manganoxyd und Salzsäure, oder statt der letzteren: Kochsalz und Schwefelsäure) oder wie gewöhnlich fabrickmäßig geschieht, durch Sublimation von gleichen Theilen schwefelsaurem Merkuroxyd und Kochsalz, wobei Glaubersalz (d. i. schwefelsaures Natron) zurückbleibt, oder durch Sublimirhitze, welcher ein Gemenge von salpetersaurem Merkuroxyd, abgeknisterten Kochsalze und calcinirtem Eisenvitriol (zu gleichen Theilen) unterworfen wird. Es ist durchscheinend weiß, strahlig, krystallisirt aus der wäßrigen Lösung, d. i. aus dem flüßigen salzs. Oxyde, in Würfeln und 4seitigen, mit 2 Flächen zugeschärften Prismen, ist etwas flüchtiger als das Haloidul, schmeckt durchdringend metallisch scharf, wirkt als heftiges Gift, löst sich in Weingeist, phosphorescirt im Dunkeln gerieben, wird bei der Lösung in (20 Th. kaltes und 2 heißes) Wasser in salzs. Oxyd verwandelt, verpufft mit erhitztem Schwefel und überläßt dem Phosphor und den meisten Metallen das Chlor, unter Ausscheidung des Merkur. Das durch Auflösen des Haloids in Wasser erzeugte neutrale salzs. Oxyd geht durch langes Berühren von Weingeist, ätherischen Oelen rc. desgleichen durch Kupfer, Hydrothionsäure in salzs. Oxydul über, zerfällt durch Sonnenlicht in das letzgenannte Salz, Sauerstoffgas und Salzsäure, überläßt dem Phosphor das Merkur (welche sich zu Phosphormerkur einen) bildet mit Ammoniak ein als weißer Niederschlag erscheinendes Doppelsalz, und geht durch Kochen mit Merkuroxyd, dasselbe auflösend in ebenfalls krystallisirbares basisches salzsaures Oxyd über. Setzt man der wäßrigen Sublimatauflösung Salmiak (d. i. salzsaures Ammoniak) zu, so giebt dieses ein lösliches und krystallisirbares Ammoniak haltiges Doppelsalz (sog. Alembrothsalz) und wendet man zur Auflösung des Sublimats wäßrige Salzsäure an, so bekommt man das saure salzsaure Oxyd, das erkaltet zur krystallinisch fasrigen, perlmutterglänzenden Masse übergeht und erhitzt, unter Verflüchtigung von Wasser und Salzsäure, wieder Haloid darstellt. Viel Jod mit Merkur vereint liefert das scharlachrothe, leichtflüßige, in rhomboidalen, anfänglich gelben Blättchen krystallisirende Merkurjodid, das in Säuren und Weingeist, so wie in flüßigen salpeters., salzs. und essigs. Merkursalzen und in hydrojodinsaurem Kali löslich ist und mit Merkur und Wasser gekocht, in grünlichgelbes Merkurjodul übergeht. Das oben erwähnte Phosphormerkur (das auch durch Erhitzen des Haloiduls mit Phosphor erzeugbar ist) bildet eine braune, mit dem Messer schneidbare, vor der Siedhitze des Merkur schmelzende, an der Luft nach und nach sich oxydirende Masse. Das Schwefelkohlenstoffmerkur kommt als sog.

Quecksilberlebererz von dunkelcochenillrother, ins Bleigraue und Eisenschwarze spielender Farbe vor. Das Schwefelmerkur erscheint als natürlicher Zinnober in cochenillrothen 6seitigen und geschobenen 4seitigen Säulen, Rhomboedern und Octaedern, und läßt sich theils als künstlicher Zinnober (der in Masse cochenillroth und fasrig, zerrieben lebhaft dunkelscharlachfarben und erhitzt carminroth ist) theils als sog. Mohr darstellen. Letzterer wird durch Zusammenrühren von 19 Th. erwärmtes Merkur unter 3 Th. geschmolzenen Schwefel bereitet, beide Stoffe einen sich unter Erglühung zur schwarzen, durch den Strich Metallglanz annehmenden, spröden Masse. Dieser ähnelt jene, welche das Schütteln des Schwefelwasserstoffgases mit Merkur, oder die Fällung der Merkuroxydsalze durch bemerktes Gas hervorbringt. Schmilzt und sublimirt man den Mohr, so erhält man den Zinnober, der jedoch auch aus dem mit Schwefelwasserstoffalkalien gefällten Mohr durch Sieden mit der überstehenden salzigen Flüßigkeit, oder durch Schütteln des Merkur mit flüchtiger Schwefelleber (Nro. 12) oder durch 4stündiges Erwärmen und 12stündiges schwaches Erhitzen (Digeriren) eines Gemenges aus 4 Merkur, 1 Schwefel, 3 Kalihydrat und 6 Wasser gewonnen werden kann, und, gleich dem Mohr, geschmack- und geruchlos ist, an der Luft erhitzt mit blauer Flamme verbrennt, vom Wasser, wäßrigen Alkalien und von Salzsäure nicht, hingegen von salpetrichter Salzsäure heftig angegriffen wird, so daß der Schwefel theils abgeschieden wird, theils in Schwefelsäure übergeht, während sich das Merkur in Haloid verwandelt. Mit den Metallen bildet das Merkur die Amalgame (Quikbreie), die mit Hülfe der Galvanisirung für alle Metalle möglich sind; s. die vorhergehenden Nummern und vergl. die folgenden.

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
47) Silber.	Erze welche gediegen Silber enthalten, werden entweder mit Bley geschmolzen und das Silberbley abgetrieben (u. ein ähnliches Verfahren wird auch bei der Scheidung silberhaltiger Bleierze angewendet; No. 44) od. mit Merkur amalgamirt und das ausgewaschene Silberamalgam durch Destillation zerlegt. Dem silberhaltigen Kupfer wird Bley zugesetzt, durch Temperaturerniedrigung das Abfließen des erzeugten Silberbleyes vom Kupfer (Seigern)	Blaßgelblich-Weiß, stark metallisch glänzend, hell klingend, sehr streck- und dehnbar (Blattsilber) von hackigem Bruch, im geflossenen Zustande lebhafter glänzend (beim Abtreiben zugleich ein eigenthümliches Farbenspiel — den Blick — darbietend) bei Brennspie-	Nur siedendes oder elektrisirtes Silber oxydirt sich, verbrennt an der Luft, (S. 398), und stark erhitztes, in comprimirtem Sauerstoffgase mit grüner Flamme zum braunen Oxyde, welches man in Form eines grünlich braunen Pulvers darzustellen pflegt, indem man in Salpetersäure aufgelöstes Silber durch Barytwasser fällt, u. den ausgewaschenen Niederschlag bis zum beginnenden Rothglühen erhitzt. Dieses Oxyd schmeckt höchst widrig metallisch (was auf Löslichkeit in Speichel deutet) u. wird durch Rothgluth in Sauerstoffgas und metallisches Silber zersetzt. Es zersetzt die Salze des Kupfer- und Zinkoxyds, bildet mit Säuren ekelhaft metallisch schmeckende, giftige, meist farblose, theils lösliche, theils unlösliche Salze, von denen die ersteren durch

Namen der Grundstoffe	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	bewirkt, und das Silberbley ebenfalls durch Abtreiben geschieden; d. Gew. I. 3 Heft. Schwefelhaltige Erze werden mit Kochsalz geröstet, das dadurch gebildete Silberhaloid oder Hornsilber) durch Eisen u. Wasser in Folge galvanischer Zersetzung zerlegt u. das durch denselben Proceß hergestellte Silber mittelst Amalgamation der aus schwefelsaurem Natron Eisenoxyd &c. bestehenden Gesammtmasse entzogen; worauf denn das Amalgam durch Destillation geschieden wird. Sind die Erze sehr arm, so sucht man zuvörderst alles Schwefelmetall dadurch von dem begleitenden Gesteine zu befreien, daß man das Ganze mit Schwefelk. schmilzt, das dadurch erhaltene Gesammtschwefelmetall (den sog. Lech) öfters röstet und dann für sich oder unter Zusatz von Eisen schmilzt. Um im Kleinen reines Silber zu erhalten, reducirt man entweder künstl. Hornsilber durch Schmelzen mit Chlor anziehendem Aetzkali, oder man fällt die salpetersaure Auflösung des (z. B. als käufliches Silber stets Kupfer	gelhitze fließend, in Octaedern krystallisirend.	fixe Aetzkalien grünlichbraun, durch kohlensaure weiß, d. phosphorsaure gelb, d. arsenicht- und arseniksaure pommeranzengelb, d. hydrothionsaure und Hydrothionsäure bräunlichschwarz, d. salzsaure u. Salzsäure weiß und käsig, d. hydrojodinsaure gelblich, d. blausaure u. durch Blausäure weiß, d. chromsaure purpurroth, und bei vorwaltender Säure carminroth, durch Kupfer, Merkur, u. Phosphor, und durch Kohle, Aether und ätherische Oele mit Lichteinwirkung metallisch. Eine gleiche Wirkung übt auch das schwefelsaure Eisenoxydul in der Kälte aus; erhitzt löst sich hingegen das hiedurch gefällte Silber wieder auf. Das kohlensaure Oxyd kommt selten natürlich gebildet vor und wird durch Lichteinfluß in Kohlens., Sauerstoffgas und Metall zersetzt; das ebenfalls durch Wechselzersetz. bildbare schweflichtsaure bildet kleine glänzende Körner, wird am Lichte braun, giebt erhitzt Schwefelsäure, schweflichte Säure und hinterläßt das hergestellte Metall; bildet mit wässrigem schweflichts. Ammoniak, Kali und Natron Doppelsalze von minder scharfem Metallgeschmack. Das schwefelsaure durch Kochen von zertheiltem Silber mit Vitriolöl (unter Entbindung schweflichts. Gases) bereitbare, krystallisirt in glänzend weißen Nadeln, fordert zur Lösung viel Wasser, hingegen wenig wäßrige Salpetersäure und wird nur bei hoher Temperatur hergestellt. Reine, verdünnte Salpetersäure löst das Silber leicht auf (unter Entbindung von Salpetergas), und setzt man der Auflösung etwas Kali oder bes-

Namen der Grundstoffe	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	haltigen) Silbers durch eingelegte Kupferbleche metallisch, digerirt das niedergeschlagene Metall mit verdünnter Salzsäure, um alles adhärirende Kupfer wegzunehmen, wäscht es dann aus und trocknet es.		ser etwas Silberoxyd zu, so schlägt dieses das mitaufgelöste Kupferoxyd nieder. Das Salz bildet leichtlösliche wasserfreie, 4 und 6seitige Tafeln, die luft aber nicht lichtbeständig sind (sondern durch Licht geschwärzt werden) organische Substanzen bräunen und schwärzen, sehr metallisch bitter schmecken, im gelösten Zustande durch Licht zunächst purpurn gefärbt u. schon

durch Wasserstoffgas zersetzt werden, in kleinsten Mengen den Leichnamen zugesetzt, dieselben gegen Fäulniß schützen, giftig wirken, leicht schmelzen und zur grauen fasrigen Masse geflossen, und in Cylinderform gebracht, den sog. Höllenstein darstellen. Es verpufft dieses Salz mit Kohle und Schwefel unter dem Hammer schwach, hingegen mit Phosphor, unter Reduction und Schmelzung des Silbers sehr lebhaft. Kocht man die wäßrige Lösung des Salzes mit Silber, so löset sie davon (unter Salpetergasentwickelung) noch etwas auf, eine hellgelbe, bei der Abdampfung krystallinisch zerrinnende Flüßigkeit bildend, die neutrales salpetrichts. Silberoxydul zu seyn scheint, durch Wasser in saures flüchtiges und basisches gelbes pulvriges Salz zerfällt, Lakmustinctur blau fällt, schwefelsaure Indigoauflösung entfärbt, u. durch etwas Salpetersäure zu salpeters. Oxyde wird; Ammoniak fällt daraus schwarzes Suboxyd. Das gelbe pulvrige Salz röthet sich bald und wird endlich schwarz. — Bringt man Blattsilber in Chlorgas, so verliert es seinen Glanz und wird undurchsichtig weiß; dasselbe Haloidul erzeugt sich auch durch langes Liegen des Silbers in Salzsäure (unter Wasserstoffgas-Entwickelung) in Kochsalzlösung, Meerwasser rc. und durch oben bemerkte Zersetzungen der Silbersalze durch Salzsäure und salzs. Alkalien. Es löst sich in wäßrigem Ammoniak und in wäßriger Salzsäure auf, und krystallisirt daraus in Octaedern. Aehnlich gestaltet liefert es auch die Natur in grauen, grünen oder braunen, durchsichtigen, durchscheinenden oder undurchsichtigen Krystallen. Schmelzung wandelt es in eine hornähnliche, vom Fingernagel Eindrücke gestattende, grau durchscheinende Masse, die sich bei höherer Temperatur unzersetzt verflüchtigt. Erhitzt man sehr verdünnte Salpetersäure über zerschnittenem Hornsilber, so entbindet und erzeugt sich etwas durch die Hitze explodirendes Euchlorin; Licht färbt das frisch gefällte reduzirend violett und schwarz (S. 329); Wasser löst es nicht, sondern fällt es aus der sauren salzsauren Auflösung. Leitet man Chlorgas in mit Wasser gemengtes Silberoxyd, so bildet sich theils das Haloidul, theils chlorsaures Silberoxyd; letzteres krystallisirt in weißen, undurchsichtigen, 4seitigen Säulen mit schiefen Endflächen, entwickelt erhitzt unter Aufbrausen Sauerstoffgas, dadurch in Haloidul übergehend, verpufft mit Schwefel gemengt bei leisestem Drucke höchst stark unter lebhaften Aufblitzen, löst sich in Wasser und wird im gelösten Zustande durch Chlorgas in Haloidul, Sauerstoffgas und etwas Chlorsäure zersetzt. Flußsäure löst (das Metall nicht angreifend) nur das Oxyd auf; das durch Erhitzung eingetrocknete Fluorsilber schmilzt wie Hornsilber, geht durch Lösen in Wasser in flußsaures (stark metallisch schmeckendes, die Haut schwärzendes) Oxyd zurück, ohne zu krystallisiren, wird durch fixe Alka-

ten so wie durch Salzsäure zersetzt. Blattsilber wird in Joddampf schnell zum gelben durchsichtigen, Blattform beibehaltenden, leichtflüßigen, weichen, vor dem Löthrohr sich grün entflammenden, und in Form eines weißen stechenden Rauchs, mit Hinterlassung von wenigem Silber, sich verflüchtigenden Masse, die weder von Wasser, noch von wäßrigem Ammoniak, noch von verdünnter Salpetersäure aufgelöst, hingegen von conc. Salpetersäure in Jod und salpetersaures Oxyd zersetzt wird. — Das Ammoniak bildet mit dem Silberoxyde das silbersaure Ammoiak, das aufs heftigste durch geringen Druck, Stoß, durch Elektrisirung und durch Wärmung detonirt, wenn es mittelst des aus der salpeters. Auflösung durch Kalkwasser gefällten Oxydes bereitet worden ist. (Berthollet'sches Knallsilber). Zu dem Ende wird das gefällte Oxyd mittelst Druckpapier entfeuchtet, dann mit reinem starken wäßrigem Aetzammoniak übergossen, das unter einem dem Kalklöschen ähnelnden Geräusche zum Theil eingesogen wird. Nach 12 Stunden löst man das auf der Oberfläche befindliche Häutchen durch neu zugesetztes Ammoniak auf, gießt die Flüßigkeit (basisches silbersaures Ammoniak) von dem unten liegenden Knallsilber ab, vertheilt dieses vorsichtig noch feucht auf Fließpapier und trocknet es so in kühlen schattigen Zimmern. Aus der abgegossenen Flüßigkeit krystallisirt noch metallisch glänzendes, höchst leicht detonirendes Knallsilber. Der durch Blausäure bewirkte weiße Niederschlag (s. oben) ist Blaustoffsilber welches unter denen bei Nro. 46 angegebenen Bedingungen in Silberblausäure übergeht, die mit Kali luftbeständige, farblose 6seitige Blättchen und federartige Krystalle liefert, welche durch Hydrothionsäure und deren lösliche Salze zersetzt werden. Erhitzt entläßt das Blaustoffsilber einen Theil des Cyan und geht so aus dem Cyanoid in das rothbraune, beim Erkalten graue Cyanoidul über. Das Phosphorsilber erscheint als weiße, körnigkrystallinische, unter dem Hammer zerspringende, mit dem Messer schneidbare Masse (schmelzende Phosphorsäure greift das Silber an). Schwefel eint sich eben so leicht mit dem Silber als der Phosphor, damit das künstliche, dunkelbleigraue, geschmiedige, in der Natur als Glanzerz in Würfeln u. Octaedern vorkommende Schwefelsilber darstellend. Ein Gemenge von Silber, Kieselerde und Kienruß im Kohlentiegel heftigst durchglüht liefert etwas Kohlenstoff und Silicium haltiges Silber. Das Scheel giebt mit dem Silber ein hellbraunes, etwas schwammiges und etwas streckbares, das Molybdän ein körniges, sprödes, das Arsenik (1/16 Ars.) ein gelbes, sprödes, das Stibium (als Spießglanzsilber in rechtwinklig und geschoben 3seitigen und 6seitigen Säulen, so wie in 6seitigen Doppelpyramiden vorkommend) ein sprödes, fast silberweißes, mit Schwefel leicht einbares Gemisch (das natürliche „Schwefelsilberstibium" kommt als Rothgiltigerz in rothen, durchscheinenden, mannigfach gestalteten Krystallen vor) das Wismuth ein sprödes, blättriges, wismuthfarbenes, das Zink ein bläulichweißes, sprödes, das Zinn ein hartes und sprödes, das Bley ein weiches, bleifarbenes, das Eisen ein hartes, dichtes, und das Nickel ein mattweißes, unvollkommenes Gemisch. Kupfer eint sich mit Silber in jedem Verhältniß zum mehr oder weniger ins Röthlichweiße spielenden, klingenden, das Silber an Härte übertreffenden Gemisch, dessen Mischungsverhältniß am Probierstein nach der Farbe des Strichs beurtheilt zu werden pflegt und daß 15löthig heißt wenn in 16 Loth 15 Silber; 14löthig, wenn in 16 Th. 2 Kupfer rc. enthalten sind. Das Silberamalgam kömmt natürlich und künstlich in weichen, knirschenden Octaedern, Rhomboidaldodecaedern und in Säulen vor, deren Farbe zwischen Zinnweiß und Silberweiß schwankt. Zersetzt man gelöstes salpeters. Silber durch eingelegtes Amalgam, so bildet sich die unter dem Namen Dianenbaum bekannte sog. Silbervegetation. Platin mindert die Weiße, die Streckbarkeit und Weiche des

Silbers; siedendes Vitriolöl trennt (Silber auflösend) das Gemisch. Rhodium giebt mit dem Silber eine sehr dehnbare, schmelzbare Legirung, in der das Rhodium von der Salpetersäure nicht angegriffen wird. Iridium und Silber einen sich nur unvollkommen, Palladium hingegen vollkommener; ob sich Osmium damit verbindet? ist noch unversucht.

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
48) Palladium.	Aus dem rohen Platin durch Auflösen derselben in salpetrichter Salzsäure, u. Versetzung der Auflösung mit flüssigem blausaurem Merkuroxyde; der dadurch gewonnene gelblich weiße blausaure Niederschlag liefert durch starkes Glühen Palladium.	Etwas gelblicher weiß als Platin, von ähnlicher Härte und Glanz. Streckbar u. dehnbar, in starkem Essenfeuer zusammensinternd, vor dem Sauerstoffgasgebläse schmelzend und siedend.	Verbrennt auf der durch Sauerstoffgas angefachten, entflammten Kohle mit lebhaft glänzenden Straken, oxydirt sich jedoch bei niederen Temperaturen nicht, wohl aber durch Glühen mit Kali und etwas Salpeter, so wie durch Salpetersäure und salpetrichter Salzsäure, die es mit dunkelbrauner Farbe auflösen. Kali zersetzt diese Auflös., hellrosenfarbenes Oxydhydrat fällend, das durch Trocknen in schwarzes braunsteinfarbenes, glänzendes Oxyd übergeht, und sich mit Säuren schwüriger als das Hydrat vereint. Die Palladiumsalze

sind meist braun, werden durch etwas salzs. Zinnoxydul schmaragd grün gefärbt, durch viel schwarz oder braun gefällt; Eisenvitriol und alle Metalle, Gold, Platin und Silber ausgenommen, fällen es metallisch; Gallustinctur trübt ihre Lösungen nicht. Salzs. Ammoniak liefert mit dem salzs. Palladiumoxyd gelblichgrüne 4–6 seitige Säulen u. Nadeln u. mit Ueberschuß vom Ammoniak basisches rosenroth schuppiges Salz. Das salzs. Palladiumoxydkali bildet 4seitige, nach der Axenrichtung roth, nach den übrigen Richtungen hellgrün erscheinende, in Wasser dunkelroth lösliche Säulen; das salzs. Palladiumoxydnatron ein zerfließliches und in Weingeist lösliches Salz. Das neutrale salzsaure Oxyd ist bräunlich gelb, das basische ein dunkelrosenrothes unlösliches Pulver, das saure eine braunrothe Flüssigkeit. Chlorpalladium stellt eine dunkelbraune, nur bei hoher Temperatur zersetzbare, Schwefelpalladium (das sich unter Erglühen bildet) eine bläulichweiße, sehr harte, glänzende, blättrig brechende, schmelzbare, bei hoher Temperatur den Schwefel entlaßende Verbindung dar. Ausser den früher erwähnten Palladiummetallverbindungen, verdient noch das Amalgam genannt zu werden, das unter andern durch Berührung eines wäßrigen Palladiumsalzes und des Merkurs zu Stande kommt und erst bei Weißgluth alles Merkur verliehrt. 1 Palladium auf 6 Gold giebt eine fast weiße Legirung.

49) Rhodium.	Aus dem rohen Platin, dessen salpetrichts. Auflösung zunächst durch Salmiak, darauf durch	Graues, auf der Kohle vor dem Sauerstoffgebläse nur zu-	Bildet mit dem Sauerstoffe 1) durch gelindes Rothglühen an der Luft, das schwarze (durch den Strich keinen Metallglanz bekommende) sich durch

Name der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	blaus. Kali gefällt, u. dann mit Zink niedergeschlagen wird; letzteres fällt ein schwarzes, vorzüglich aus Platin u. Rhodium, neben einigen unedlen Metallen bestehendes Pulver. Die unedlen Metalle entfernt man durch Erwärmen mit schwacher Salpetersäure, das Platin hingegen dadurch, daß man den ganzen von der Salpetersäure zurück gelassenen Antheil wiederum in Königswasser auflöst, etwas Kochsalz zusetzt, eintrocknet, und so oft mit Alkohol auswäscht, als dieser aufnimmt. Die nun zurückbleibende dunkelrothe Masse läßt in Wasser gelöst und aufs Neue der Zinkberührung unterworfen das Rhodium als Metallpulver fallen.	sammensinterndes, und silberweiß werdendes, sprödes Pulver.	Erhitzung mit Zucker unter Verpuffung reducirende, für sich in Säuren unauflösliche Oxydul; 2) das braune, durch Glühen des Metalls mit Aetzkali und etwas Salpeter darstellbare; nachdem der dabei unverändert gebliebene Metallantheil durch Schlemmen entfernt worden, nimmt man das Kali mit Salpetersäure oder Schwefelsäure weg, da dann das braune Oxyd als Pulver zurückbleibt. Es wirkt gegen Kali und Kalk als Säure, eint sich hingegen mit Säuren nicht. Salzsäure wird dadurch zerlegt; es entwickelt sich Chlorgas, während Rhodiumhaloidul als bernsteinfarbenes Pulver hinterbleibt. Dieses ist in conc. Salzsäure etwas auflöslich, derselben eine röthliche Farbe ertheilend; nur sehr starke beginnende und anhaltende Weißgluth entbindet daraus das Chlor. Da das Rhodium zwar nicht für sich, aber dagegen mit Kupfer oder Wismuth legirt von salpetrichter Salzsäure aufgelöst wird, so bietet diese Auflösung Mittel dar, jenes dritte Rhodiumoxyd zu gewinnen, welches die Grundlage der Rhodiumsalze ausmacht. Mit Kochsalz versetzt bildet sich das salzsaure Rhodiumoxydna-

tron, welches in schönen rothen Rhomboedern (nach Descotils in Octaedern) krystallisirt, an der Luft zu einem dunkelrosenrothen Pulver verwittert und sich nicht in Weingeist, wohl aber in Wasser mit dunkelrother Farbe löst. Versetzt man die Lösung mit etwas Kali, so fällt ein flockiges, röthlichgelbes Hydrat zu Boden, das erhitzt Wasser entlaßend das dritte Oxyd als ein dunkelrothes Pulver zurückläßt (welches noch stärker erhitzt unter Erglimmung Sauerstoffgas entbindet und zur Oxydulstufe zurückkehrt). Es bildet dieses Oxyd mit der Salzsäure eine rosenrothe, nicht krystallisirende, durch Erhitzung in Rhodiumhaloid übergehende, bei höherer Temperatur zur Haloidulstufe zurückgehende Masse, die der Alkohol mit rosenrother Farbe löst. Mit der Salpetersäure giebt das Oxyd ebenfalls eine unkrystallinische, durch Kupfer und Merkur, aber nicht durch Silber fällbare rothe Salzmasse. Versetzt man das wässrige salzsaure Oxydnatron mit überschüssigen Ammoniak, so fällt Rhodiumoxydam-

moniak nieder, das erhitzt unter Verknisterung in Metall übergeht. Das neutrale salzs. Oxydammoniak bildet glänzende, 6seitige lebhafte rubinrothe Blätter; der rothen wäßrigen Lösung entzieht salzs. Platinoxyd das Ammoniak, damit zu Boden fallend und salzs. Rhodiumoxyd flüssig hinterlaßend. Setzt man der Lösung des neutralen Salzes Ammoniak zu, so fällt das fahlgelbe basische salzs. Oxydammoniak zu Boden. Heftiges Erhitzen des salzs. Oxydammoniak, mit gleichviel Schwefel erzeugt das geschmolzene bläulichweiß erscheinende Schwefelrhodium, das an der Luft erhitzt, schweflichte Säure entbindet und rauhes, schwammig brüchiges Rhodium zurückläßt. Hydrothionsaures Ammoniak fällt nur die heiße Losung des salzs. Oxydnatrons; der Niederschlag säuert sich allmählig an der Luft und bildet mit rauchender Salpetersäure stark erhitzt das schwarze, pulvrige schwefelsaure Rhodiumoxyd, dessen wässrige Lösung erhitzt pomeranzengelb und endlich nach Art des Schwefelrhodiums zerstört wird. Rothgluth wandelt das schwefelsaure Oxyd in schwefelsaures Oxydul um, das ebenfalls ein schwarzes, aber in Wasser (u. Säuren) unlösliches Pulver darstellt, dem Kali etwas Säure entzieht. Glühen des Metalls mit Kalihydrat und etwas Salpeter macht rhodiumsaure Kali (die Verbindung des 3ten Oxyds) als lichtbraunes Pulver hervorgehen. Wird dazu kohlensaures Kali angewendet, so enthält das Salz auch noch Kohlensäure. Läßt man das 3te Oxyd unmittelbar auf wäßriges Kali oder Natron wirken, so ist die flüssige Verbindung gelb gefärbt. Salzsäure, das 3te Oxyd und Kali geben eine 3fache Verbindung; entzieht man dieser Verbindung den Ueberschuß von Kali mittelst etwas Salzsäure, so fällt ein basisches gelblichweißes, salzs. Oxydkali zu Boden. Wird dem salzsauren Oxydammoniak Kali zugesetzt, so bildet sich die zuvor erwähnte 3fache Verbindung unter Entwickelung von Ammoniak; der anfänglich entstehende rosenrothe Niederschlag verschwindet wieder durch Erwärmung und bildet eine grüngelbe, an der Luft fahlgelbe Krystalle entlaßende Flüssigkeit. Auch der Kalk ist mit der Rhodiumsäure einbar. Mit dem Metalle selbst verbindet sich Arsenik, Wismuth, Bley, Kupfer, Silber und Gold. Die letztere Legirung ist sehr dehnbar u. schmelzbar und dem reinen Golde täuschend ähnlich.

Namen der Grundstoffe	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
50) Osmium.	Das bei der Behandlung des rohen Platin mit Königswasser zurückbleibende schwarze Pulver, ist eine Verbindung des Osmium mit dem „Iridium". Ersteres scheidet man durch Destillation mit Salpeter, wo es sich als weißes Oxyd sublimirend trennt. Alle organische Substanzen wirken	Schwarzes, durch Streichen mit polirten Körpern eine kupferrothe metallisch glänzende Farbe annehmendes Pulver, das gegen Luft geschützt bis zum Weisglühen erhitzt wer-	Während der Erhitzung der Luft ausgesetzt, sublimirt sich anfänglich das weiße Oxyd in glänzenden, durchsichtigen, biegsamen Nadeln; späterhin das blaue, bei durchscheinendem Lichte, grüne Oxydul. Ersteres riecht höchst widrig dem Jod ähnlich, schmeckt brennend scharf, fast wie Gewürznelkenöl, löst sich leicht in Wasser ohne Lakmus zu röthen oder alkalisch zu reagiren und wird durch Alkohol, Aether, Gallustinctur, und andre organische Substanzen, Schwefelwasserstoff,

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	darauf reducirend, indem sie es in schwarzes Pulver verwandeln.	den kann, ohne sich zu verflüchtigen u. ohne zu schmelzen.	Phosphor, die meisten Metalle (Gold und Platin ausgenommen) anfänglich zur blauen oder purpurnen Flüßigkeit und dann zum schwarzen Pulver reducirt. Es bildet mit Alkalien die osmiumsauren Salze (welche meist gelb, wenig riechend und sehr feuerbeständig sind; z. B. das osmiumsaure Ammoniak, Kali und Kalk) mit Säuren die Osmiumoxydsalze (meist gelbrothe, unverkennbar nach Osmiumoxyd riechende Verbindungen; z. B. das zuerst grüne dann röthlichgelbe, durch Zink anfänglich schön blau gefärbte, dann schwarz gefällt werdende salzsaure Oxyd). Versetzt man osmiumsauren Kalk mit salzs. Zinnoxydul, so fällt zinnsaures Osmiumoxydul mit brauner Farbe nieder; dasselbe osmiumsaure Salz zur wäßrigen Lösung eines Bleisalzes gebracht, erzeugt einen gelblichbraunen (osmiumsaures Bleioxyd) zur Merkurauflösung gemischt, hingegen einen weißen Niederschlag (osmiums. Merkuroxyd). In Chlorgas zerfließt Osmium anfänglich zur grünen, dann zur rothbraunen, an der Luft dicke weiße Nebel entwickelnden, höchst widrig nach Osmium und Chlor riechenden, durch Wasser in salzsaures Oxyd übergehenden Flüßigkeit. Zersetzt man in Wasser gelöstes Osmiumoxyd durch Merkur, so erhält man ein weiches, durch auspressendes Sondern des überschüßigen Merkurs fester erscheinendes Amalgam, das destillirt Osmium hinterläßt. Mit Gold giebt das Osmium eine dehnbare Legirung, die, gleich dem ebenfalls sehr dehnbaren Osmiumkupfer, sich leicht in salpetrichter Salzsäure auflöst.
51) Iridium.	Der von der Ausscheidung des Osmium gebliebene Rückstand wird durchglüht, mit Wasser ausgewaschen und mit Salzsäure digerirt. Diese löst das Iridiumoxyd auf, aus welcher Zink das Metall fällt. Auch erhält man dieses durch Ausglühung der eingetrockneten salzsauren Auflösung.	Graulichweiß, sehr hart, spröde und äußerst strengflüßig. Bei allen Temperaturen luftbeständig. Nur durch Schmelzung mit Alkalien oxydirbar u. dann in Säuren auflöslich; aus diesen Auflösungen durch die meisten brennbaren Substanzen desoxydirbar	Auf dem bemerkten Wege erhält man 3 Oxyde. Das erste bildet mit Säuren farblose Auflösungen; es ist nicht für sich dargestellt, sondern entsteht, wenn die gefärbten Auflösungen mit Metallen (Gold u. Platin ausgenommen) oder mit Gallustinctur, Schwefelwasserstoff ꝛc. einige Zeit in Berührung kommen. Chlor stellt die Farben wieder her. Das zweite Oxyd bildet die blauen Auflösungen, des mit Alkali verbundenen Metalls; wenn der zu färbenden Auflösung mehr Chlor zukommt, als zur Herstellung der blauen Farbe nöthig ist, so geht diese ins Purpurne über. Längeres Kochen macht die blauen Auflösungen grün, dann violett, dann purpurn und endlich braunroth. Letztere Verbindungen enthalten das dritte

entweder **braune** oder **rothe** oder aus beiden gemischte Salze bildende Oxyd. Versetzt man die concentrirte salzsaure Auflösung mit Salmiak oder Ammoniak, so fällt das **salzsaure Iridiumoxydammoniak** in dunkelpurpur schwärzlichen Krystallen nieder, die zerrieben ein dunkelrothes Pulver bilden und durch Glühen zersetzt Metall hinterlassen. Mehr **Ammoniak** zugesetzt bildet mit jener Auflösung eine gelblichweiße, dann purpurne, violette und endlich blaue Flüßigkeit. Das **Kali** bildet ebenfalls mehrfache Verbindungen, desgleichen die **Alaunerde**, so fern sie gemeinschaftlich mit dem Iridiumoxyd durch Ammoniak gefällt wird; die erhaltene **Iridiumoxydalaunerde** ist schön blau. Salzsaures Iridiumoxyd-Ammoniak mit **Schwefel** erhitzt, gab **schwarzes**, zusammenhängendes **Schwefeliridium**, das erhitzt seinen Schwefel entdampfte. 4 **Zinn** und 1 Iridium giebt eine mattweiße, harte, dehnbare, krystallinische Legirung. Auch **Bley**, **Kupfer**, **Silber** und **Gold** geben dehnbare **Iridiumlegirungen**.

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
Platin (Syn. Weißgold).	Aus dem **rohen** (mittelst kalten verdünnten Königswassers zuvor von beigemischten und beigemengten Golde, Merkur, Eisen ꝛc. befreiten) **Platin**, eine Verbindung mehrerer Metalle (s. die vorhergehenden vier No.) mit Platin, in Gestalt fast silberweißer, rundlich körniger, meist geflettschter Geschiebchen. Man löst die gereinigte rohe Platin in salpetrichter Salzsäure auf, und fällt entweder alle Platin durch Hydrothionsäure (um jede Spur beimischbaren Iridiums zu verhüthen) läßt den schwarzen Niederschlag einige Zeit an der Luft liegen, erhitzt ihn dann vorsichtig mit Salpetersäure und glüht ihn endlich aus, oder fällt aus der Auflösung durch Salmiak das **salzsaure**	Graue, glanzlose, weiche, poröse Masse, die sich durch Schmelzen oder Schweißen zum stahlgrauen, ins Silberweiße spielenden Metalle vereint, das bei kleinster Iridiumbeimischung einen merklichen Farbenton annimmt (z. B. bei dem **verplatinten Töpfergeschirr**; d. Gewerbsfr. I. 1 H.) weniger glänzt als Silber, ein sehr dichtes Gefüge zeigt, das Kupfer an Härte übertrifft, weicher als Eisen und sehr	In der durch überschüßiges Sauerstoffgas angefachten Weingeistflamme (oder Wasserstoffgasflamme) verbrennt **Platin** mit dem Glanze des in Sauerstoffgas verbrennenden Eisens zu **dunkelgrauem Oxydul** (vergl. S. 395); dasselbe Oxydul erhielt **Chenevix** durch Glühen des Oxyds in Form eines **schmutzig grünen Pulvers**. — Entwässert man die Platinauflösung, so bleibt pulvriges, **glänzend braunes Platinhaloid** zurück; mäßig erhitzt geht dasselbe in **graugrünes** (dem Wasser nicht adhärirendes) **Platinhaloidul** über, und bei Rothgluth entläßt es auch diesen letzten Antheil Chlor und bleibt als Metall zurück. Zersetzt man das Haloidul durch wäßriges Kali, so scheidet sich ein sehr lockeres **kohlenschwarzes Hydrat** aus, welches für **Wasseroxydul** gehalten wird, erhitzt in Wasser, Sauerstoff und Platin zerfällt, und mit Kohlenpulver erhitzt heftig verpufft. Siedende Salzsäure scheidet daraus Platin ab, während sich **salzs. Oxyd** bildet. Das **Letztere** bildet beim Verdunsten dunkelrothbraune Krystalle, schmeckt sehr herbe, färbt

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	Platin-Ammoniak, erhitzt den Niederschlag behutsam, ihn in salzs. Platinoxydul-Ammoniak umwandelnd, erhitzt ihn Behufs der Entfernung beigemischten Iridiums mit Salzsäure, wäscht ihn und glüht ihn endlich vollkommen aus, wo das reine Platin zurückbleibt.	zähe ist, dem Golde hinsichtlich der Ductilität sehr nahe kommt u. sich in Dräthe v $^1/_{194}$. Zoll Dicke ausziehen läßt; (a. a.O. III.) Es ist bei Weißgluth schweißbar, u. fordert zur Schmelzung entweder andauernde heftigste Stahlofengluth, od. Brennspiegelhitze, od. das Sauerstoffgebläse, oder die Electricität großer galvan. Batterien; S. 398.	die Haut bräunlich schwarz, wird (wie alle Platinsalze) durch Ammoniak u. Ammoniaksalze, desgleichen durch Kali und Kalisalze (vergl. No. 12) aber nicht durch „Natron" und ebenso wenig durch Natronsalze gefällt; jedoch schlagen auch Kalk, Baryt und Bittererde Doppelsalze nieder. Das Salz löst sich in Alkohol und Aether: die letztere Lösung setzt am Lichte allmählig Platin ab und wird dann blaßgelb. Die übrigen nur Säure haltigen Platinsalze bereitet man am besten durch Auflösen des Oxydulhydrats; das also gebildete salpetersaure Salz enthält zugleich Platinoxyd, stellt eine grünlichbraune Flüssigkeit dar, wird beim Eintrocknen schwarz: Alkali bis zur Neutralisation zugefügt fällt daraus ein schmutzig braunes Hydrat, des rostfarben u. beim Trocknen gelb wird, wenn es reines Oxydhydrat ist. Letzteres giebt stärker erhitzt Wasser und hinterläßt das schwarze Platinoxyd.

„Dieses" löst sich in Schwefelsäure und in Salpetersäure mit brauner Farbe auf, giebt mit Ammoniak das sogenannt. Knallplatin (beträchtlich weniger lebhaft und ohne Lichtentwickelung verpuffend als das Knallsilber, und unter andern bereitbar mittelst Zersetzung des salzsauren Platinoxydammoniak's durch wäßriges Aetzkali) mit Kali zum Platinoxydkali (das man durch Glühung des Platin mit Salpeter gewinnt; es erzeugen sich zwei Verbindungen, eine unlösliche braune und eine lösliche gelbbraune; aus letzterer fällen Säuren etwas Kali und Säure haltiges, durch langes Digeriren mit verdünnten Säuren davon größtentheils befreibares Oxyd, dem gewöhnlich Platinoxydulkali beigemischt ist. Versetzte man die Platinauflösung mit Kochsalz, so erzeugt sich das durch Abdampfen krystallisirbare, in gelben (bei Iridiumgehalt: morgenrother) Säulen und dreieckigen Tafeln anschießende, leichtlösliche, durch Salmiak, aber auch durch Natron und durch Kali fällbare salzsaure Platinoxydnatron. Die darin durch Natron oder Kali erzeugten Niederschläge lösen sich durch überflüssig zugesetztes Alkali wieder auf. — Das oben erwähnte hydrothionsaure Platinoxyd löst sich in flüchtige Schwefelleber mit rothbrauner Farbe auf, und bildet so das hydrothionsaure Platinoxyd-Ammoniak. Der Schwefel geht mit dem Platin ebenfalls zweierlei Verbindungen ein; eine mit Schwefel im Minim., die andere mit Schwefel im Maximum (ein Sulphuroidul und ein Sul-

phuroid) das erstere erhält man durch Erhitzen des Platin mit Schwefel in einer luftleeren Glasröhre; es stellt ein bläulichgraues, Elektricität nicht leitendes Pulver dar, das durch Reiben gegen Papier einen metallglänzenden Strich macht. Es ist luft- und wasserbeständig, wird von Mineralsäuren kaum angegriffen, hingegen durch Schlagen mit chlorsaurem Kali, wie auch durch Zinkfeile (bei höherer Temperatur) zersetzt. Das Sulphuroid gewinnt man durch Erhitzen von 3 salzs. Platinoxydammoniak mit 2 Schwefelblumen in einer durch Erhitzen luftentleerten, mit Merkur gesperrten Glasröhre. Es bildet bei hinreichender Erhitzung mäßig zusammenhangende, auf Papier einen dunkeln stibiumfarbenen Metallstrich erzeugende, Elektricität isolirende, unschmelzbare, sich sanft anfühlende, luft- und wasserbeständige, hingegen durch Ausglühen an der Luft, desgleichen durch Reiben mit chlorsaurem Kali u. durch Erhitzen mit Zink zersetzbare Masse. Kalium u. Natronium, verbindet sich mit Platin unter Erglühen zur glänzend spröden Masse, die an der Luft gelb wird, erhitzt Sauerstoffgas entbindet und Wasser zersetzt. Das an der Luft erzeugte gelbe Pulver bräunt, auch nach langem Auswaschen, Curcumäpapier und stellt das trockne Platinoxydkali dar. — Scheel bildet mit Platin ein leicht zerbröckelndes, Molybdän ein hartes, sprödes, bläulichgraues, körnig brüchiges, Stibium ein leicht entstehendes sprödes, durch Erhitzen zersetzbares, Wismuth ein sprödes, leichtflüßiges, Zink ein bläulichweißes, hartes, Zinn ein dunkeles, hartes und sprödes, Bley ein purpurfarbenes streifiges, sprödes, körnig brüchiges, Gußeisen ein dunkles, dehnbares und sehr hartes, Nickel ein blasgelblichweißes, sehr politurfähiges, vollkommen dehnbares; dem Kupfer an Schmelzbarkeit gleichendes, Kupfer ein streckbares, hartes, politurfähiges, Merkur ein entweder weiches oder festes Gemisch; letzteres benutzt man, um das Platin bearbeitbar zu machen, indem man es während des Ausglühens (und Merkurentwickelns) stark belastet oder preßt. Zu ähnlichem Zwecke pflegte man sonst auch Arsenik mit Platin zu verbinden; das leichtflüßige, spröde Gemisch läßt sich leicht in Formen gießen und verliert durch allmählige Erhitzung das Arsenik, ohne daß während dessen die Masse fließe; das rückbleibende Platin ist nun leicht hämmerbar. Auch das Phosphorplatin hat man auf ähnliche Weise benutzt. Der Phosphor vereint sich nemlich schon tief unter der Glühhitze — unter Feuerentwickelung — mit dem Platin, wenn beide in luftentleerten Glasröhren erhitzt werden; das hiedurch erhaltene Phosphoroid ist bleigrau, porös, unvollkommen geflossen, zum Theil würflig krystallisirt, Elektricität isolirend, durch chlorsaures Kali zersetzbar; nicht aber dieses Phosphoroid, sondern das weiße, spröde, am Stahle Funkengebende, würflig krystallisirende, leichtflüßige, an Luft den Phosphor durch Verflüchtigung und Verbrennung verlierende Phosphoroidul ist es, welches, durch Zusammenschmelzen von Platin mit glasiger Phosphorsäure und Kohle bereitbar —, zu obigem Zwecke verwendet wird. — Mit Kohle geschmolzenes Platin scheint etwas Kohlenstoff aufgenommen zu haben. Ebenso eint sich etwas Boron zur harten, spröden krystallinischen Masse mit Platin, durch Schmelzung eines Gemenges von Platin, Borax u. Kohle.

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
53) Gold.	Da das Gold fast nur gediegen erscheint (denn der geringe Goldgehalt einiger Silber-Ku-	Lebhaft gelb, in dünnsten Blättchen auf Glas liegend durch-	Verbrennt unter denselben Bedingungen wie Platin, zu purpurnen oder bräunlich purpurfarbenen, mit den meisten Säuren unvereinbaren, org-

Namen der Grundstoffe.	Darstellung.	Beschaffenheit.	Chemisches Verhalten.
	pfers und Tellurerze, so wie einiger Kiese, Bleiglanze etc. ist so unbedeutend, daß er selten der hüttenmännischen Berücksichtigung werth erachtet wird) so ist die Scheidung desselben mehr mechanisch wie chemisch. Letztere findet nur bei den goldhaltigen Bleykupfern statt, mit denen man dann wie bei der Silberscheidung (No. 47) verfährt; erstere besteht gewöhnlich in bloßer Schlemmung, indem man z. B. das Rheingold durch Hinwegschlemmen (Abspühlen) des Flußsandes gewinnt, den bleibenden schweren goldhaltigeren Antheil dann mit Bleiglätte und Borax zusammenschmilzt, oder mit Merkur amalgamirend auszieht. Die Ausziehung mit Merkur wendet man auch dort im Großen an, wo man Gold haltiges Gestein erst durch Pochen etc. zum Schlemmen vorbereitet.	sichtig grünlich, (auf schmalteblauem Glase bei Kerzenlicht schön durchsichtig roth, ins Purpurne spielend) durch Schmelzen mit Borax hellgelb und fast „weiß" durch Behandlung des geschmolzenen Metalls mit Salmiak dunkelgelb werdend, ins Rothgelbe übergehend, durch Zumischung von Silber in gewissen Verhältnissen (d. Gewerbsfr. II. und III.) grün erscheinend. In Octaedern und Würfeln krystallisirend. Wenig elastisch, das Silber an Weiche und alle Metalle an Dehnbarkeit übertreffend. Bei 32 Wedgw. fließend, im Fluße bläulichgrünes Licht reflectirend. Nur in höchster Brennspiegelhitze und Essenhitze, desgleichen in jener des Knallluftgebläses flüchtig.	nische Körper (Haut, Elfenbein etc.) röthenden, Glasflüsse rubin- und hellblutroth färbenden, mit Zinnsäure sich zum purpurnen Niederschlage einenden Suboxyde. Aus den Goldauflösungen fällt es aufgelöstes Zinnoxydul (oder sich auflösendes, metallisch eingesenktes Zinn) und fällen es organische Körper gewöhnlich sehr schnell; einwirkendes Licht und einwirkender Wasserstoff begünstigen seine, sonst bei mäßiger Hitze erfolgende Zersetzung. Zinnwasserstoffgas fällt augenblicklich die kleinste Menge Gold dunkel purpurfarben; der Niederschlag ist ein Hydrat, welches anfänglich vollkommen gelöst, eine schön rothe Flüssigkeit darstellt. Reines Wasserstoffgas wirkt ähnlich, der Niederschlag ist aber minder lebhaft und heller gefärbt, anfänglich aber auch vollkommen flüssig und durchsichtig. Man hält ihn für salzs. Suboxyd. Erhitzung scheidet daraus Gold und hinterläßt salzs. Oxyd. Berzelius hat außer diesem Suboxyde noch ein dunkelgrünes pulveriges Suboxydul aufgeführt, welches beim Zersetzen des Goldchlorids durch wäßriges Aetzkali sich sondert, von Säuren nicht aufgenommen wird, dagegen etwas löslich in wäßrigem Kali zu seyn scheint und bei gelinder Wärme und Lichteinfluß (z. B. im Glase, dasselbe vergoldend) reducirt wird. Rauchende Salpetersäure, desgleichen Chromsäure haltige Schwefelsäure, vorzüglich aber übersättigte Salzsäure (Königswasser, Goldscheidewasser) und wäßriges Chlor oxydiren das Gold, indem sie es (letzteres in durch Wasserzersetzung gebildete Salzsäure) auflösen. Man scheidet das aufgelöste dunkelbraune Oxyd aus der Auflösung

im Königswasser durch Kali, welches man unter Umrührung in beträchtlichem Ueberschusse zufügt. Licht und Hitze zersetzen es in Gold und Sauerstoffgas. Mit Säuren bildet es die Goldsalze; aber die schwache Basicität des Oxyds läßt es nicht mit allen Säuren unmittelbar verbinden; z. B. nicht mit Kohlensäure und Boraxsäure. Die Goldsalze sind schön gelb; einige derselben spielen ins Röthliche, andere (z. B. die Silberoxyd- und Kupferoxyd-haltigen) ins Grünliche; sie schmecken widrig herbe und scharf, und wirken innerlich (in nicht zu kleinen Gaben) als Gift. Hitze zersetzt sie in Säure, Sauerstoff und Gold; Licht begünstigt die Zersetzung; desgleichen Phosphor, Kohle, Weingeist, Aether, (ätherische Oele und org. Körper). Die wäßrige Lösung des grünen schwefelsauren Eisenoxyduls fällt daraus metallisches (bräunliches, sog. Maler-) Gold; ähnlich wirken die meisten Metalle. Man benutzt diese Zersetzbarkeit zu den kalten Vergoldungen. Tränkt man z. B. Leinwand mit Goldauflösung, trocknet sie und verbrennt sie zu sog. Lumpenzunder, so vergoldet dieser Silber, wenn er gegen dessen Oberfläche gerieben wird. Ferner; neutralisirt man die Goldauflösung vollkommen durch Natron und bestreicht damit zuvor durch Kupferauflösung verkupfertes Eisen, Stahl etc. trocknet es und glüht es, so erscheint es schön und dauerhaft vergoldet; etc. Hat man in ein Gemisch aus 2 wäßriger Salzsäure u. 1 Salpetersäure (oder in Salpetersäure, der man nach Einlegung des Goldes nach und nach Salmiak zufügt) so viel Gold aufgelöst, als die Flüßigkeit irgend aufnehmen will, so krystallisirt aus der safrangelben Auflösung durch Verdampfen das saure, salzsaure Goldoxyd in hellgelben, abgestumpften Octaedern und 4seitigen Säulen. Aus der wäßrigen Lösung dieses Salzes fällt Phosphor durch langes Stehen theils gelbes, theils braunes, metallisch glänzendes, beträchtlich hartes, kaum biegsames Phosphor haltiges Gold; Phosphorwasserstoffgas hingegen, wenn es in beträchtlicher Menge zugeführt wird, augenblicklich schwarzes Phosphorgold, und Schwefelwasserstoff schwarzes Schwefelgold; der letztere Niederschlag wird von hydrothionsaurem Kali zu Schwefel haltigem hydrothionsaurem Goldoxydkali aufgelöst (eine ähnliche Auflös. gewährt die sog. Kalischwefelleber mit dem metallischen Golde); reines wäßriges Kali löst nur einen Theil davon auf, metallisches Gold zurücklassend. Kali und Natron fällen die Goldauflösung nur in der Wärme beträchtlich, der röthlichgelbe, getrocknet blutrothe Niederschlag (der zerrieben pomeranzengelb wird und Speichelfluß erregt) scheint basisches salzs. Oxyd zu seyn, ist etwas löslich, wandelt sich manchmal durch Liegen an der Stubenluft in Knallgold um, und ist zum Theil, mit Rücklassung eines braunen oder blauen Gemisches in überschüßigem reinem (aber nicht in kohlensaurem) Kali auflöslich. Salpetersaure Merkursalze schlagen aus der Goldauflösung entweder violettes salzsaures Merkuroxyd-Goldoxydul, oder gelbes salzs. Merkuroxyd-Goldoxyd nieder, je nachdem das aufgelöste Merkur mehr oder weniger oxydirt war. Der letztere Niederschlag verpufft, wenn er mit Schwefel erhitzt wird. — Ammoniak schlägt aus der Goldauflösung Knallgold d. i. Goldoxydammoniak nieder, das durch mäßige Reibung, Stoß, Elektrisirung, u. durch geringe Hitze, unter schwacher Entflammung lebhaft verpufft, indem sich Wasser bildet, Stickgas entschnellt und zerstreutes Gold zurück bleibt. Es steht in der Wirkung dem erwähnten Knallsilber nach, geht aber dem Knallplatin vor. Mit Salmiak bereitete Goldauflösung gewährt es auch durch Fällung mit Kali. Gewöhnlich erscheint es als röthlichgelbes Pulver, das mit Schwefel und Terpentinöl weniger verpuffend abbrennt, durch Schwefelwasserstoffgas und durch salzs. Zinnoxydul ohne alle Explosion zersetzt wird, von Säuren und Alkalien hingegen keine Veränderung erleidet. Die nach der Fällung übrig bleibende Flüßigkeit, enthält salzs. Goldoxyd-Ammoniak aufgelöst. — Erhitzt man die eingetrocknete

Goldauflösung mäßig, so bildet sich das (bei den Alchemisten unter dem Namen rother Löwe bekannte) bei vorsichtiger Feuerung sublimirbare und dann höchst glänzend rubinrothe Goldhaloid, das durch größere Hitze zunächst unter Chlorentbindung in blaß strohgelbes Haloidul übergeht und endlich gänzlich zersetzt wird. Siedendes Wasser zerfällt das Haloidul in Gold und salzsaures Oxyd. Das Haloid giebt in Wasser gelöst das neutrale, braungelbe oder röthlichgelbe, salzsaure Oxyd, aus dem alle fixen Alkalien, wenn sie in geringer Menge zugefügt werden, basisches salzs. Oxyd, als gelben Niederschlag ausscheiden, während in der überstehenden Flüßigkeit salzsaures Goldoxyd-Alkali zurückbleibt. — Die Schwefelsäure giebt mit dem Oxyde gelbe, schwürig anschießende Krystalle; blausaures Alkali eine orange, kleine, gelbliche, durchsichtige, pyramidale Krystalle entlassende Flüßigkeit, aus welcher Säuren weißes blausaures Goldoxyd fällen. Letzteres erhält man leicht durch Wechselzersetzung von blaus. Kali oder blaus. Kali und salzs. Goldoxyd, und jene gelbe Flüßigkeit bildet sich, indem man z. B. blausaures Goldoxyd mit wäßrigem blausauren Kali schüttelt. Eisenblausaures Kali erzeugt in der Goldauflösung einen blauen Niederschlag. Blausaures Goldoxydkali fällt das salpetersaure Silberoxyd zu gelblichweißem blausauren Goldsilberoxyd. Galläpfeltinktur färbt Goldauflösungen anfänglich grün, dann Gold abscheidend bräunlich. — Das durch salzsaures Zinnoxydul gefällte purpurne wasserhaltige zinnsaure Goldoxydul, hieß sonst Cassius Goldpurpur; erhitzt verliehrt es seinen Wassergehalt und wird dann ziegelroth. Salzsäure entzieht ihm die Zinnsäure und läßt metallisches Gold zurück. Ammoniak löst es zur gesättigt purpurnen Flüßigkeit auf; ebenso wirken fixes Alkali haltende Glasflüsse z. B. obige. — Schwefel vereint sich nicht unmittelbar mit dem Golde; Phosphor bildet hingegen, nach Art der Bereitung des Phosphorplatin, das gelblichweiße, bruchige, körnigen Bruch zeigende (4 Pr. Phosphor haltige) Phosphorgold. 12 Bley zu 1 Gold giebt ein blaßgelbes, höchst sprödes Gemisch; $^1/_{2000}$ Bley beraubt das Gold schon seiner Dehnbarkeit. 4 Eisen und 1 Gold giebt ein silberweißes, dehnbares; Nickel u. Gold ein mehr gelbliches, härteres, sehr dehnbares und politurfähiges Gemisch. Wird dem Messing Gold zugesetzt, so erlangt dieses grobkörnige Sprödigkeit. Mit dem Merkur eint sich das Gold schon in der Kälte; schneller, wenn man glühendes Gold in Merkur wirft. Das Amalgam krystallisirt in 4seitigen, $6/_{7}$ Gold enthaltenden, schmelzbaren Säulen. Die bekanntesten Metallverbindungen des Goldes sind die mit Silber und mit Kupfer; erstere nennt man die weiße, letztere die rothe Karatirung. Die erstere macht das Gold blasser, härter und klingender, die letztere röther und härter, ohne daß die Geschmeidigkeit des Goldes beträchtlich leidet. Das Silber scheidet man vom Golde entweder auf trocknem Wege durch Erhitzung (Cämentation) des Metall's mit Schwefel, wo sich Schwefelsilber bildet, während Gold ausgeschieden wird, oder durch Schmelzen mit Schwefelstibium, wo sich erzeugtes Stibiumgold vom hier erzeugten Schwefelsilber trennt, und erzeres durch Erhitzung geschieden wird; oder man trennt beide Metalle auf nassem Wege, sey es mittelst reiner Salpetersäure (wo das Gemisch mindestens $^3/_4$ Silber enthalten muß, weil es sonst durch das Gold gegen den Angriff der Säure geschützt wird; daher die Benennung: Scheidung durch die Quart) so daß das Gold zurückbleibt und das Silber aufgelöst wird, oder mittelst salpetrichter Salzsäure, da sich dann das Gold auflöst, während das Silber in unlösliches weißes, pulvriges Hornsilber übergeht.

II. Uebersicht der starren Hydrate und der bekanntesten Salze der Alkalien und der Bittererde.*)

Namen der Einzelnen.	Darstellung und Beschaffenheit derselben.	Verhalten zu den Säuren.
1) Ammoniak (Syn. Ammonium, flüchtiges Alkali.)	Man leitet das aus einem Gemenge von gleichen Gewichtstheilen trocknen pulvrigen Salmiaks u. gepulverten Weißkalk's entbundene Ammoniakgas in eiskaltes, kohlensäurefreies Wasser, und erhält so einen möglichst concentrirten sog. ätzenden Salmiakgeist oder ein wässriges Hydrat des Ammoniaks. Bei — 38 bis — 41° C. krystallisirende, glänzend biegsame Nadeln; bei — 49° C. eine graue, gallertförmige, fast geruchlose Masse.	Giebt mit Kohlensäure das basische, wasserhaltige in schiefen Octaedern, mit abgestumpften Endspitzen, (auch wohl mit schärferen abgestumpften Grundecken) krystallisirende sich im glühenden Tiegel entzündende (durch Wechselzersetzung von 1 Salmiak mit 2 Kreide und nachheriger Anfeuchtung des Sublimats mit wässriger Kohlensäure bereitet werdende), und das neutrale (sog. saure) durch Schütteln der concentrirten wässrigen Lösung des vorhergehenden Salzes mit in einer Flasche eingesperrtem kohlensaurem Gase gewinnbare, in kleinen, unregelmäßigen 6seitigen, mit 2 Flächen flach zugeschärften Säulen krystallisirende, geruchlose, mild laugig schmeckende kohlensaure Ammoniak. Das im Harne fleischfressender Thiere vorkommende phosphorsaure Ammoniak, bildet 4seitige Säulen mit 4seitigen Pyramiden, ist in 4 Th. kalten Wassers löslich und schon durch Sieden theilweise zersetzbar; hydrothionsaures krystallisirt in farblosen Nadeln u. Blättchen, ist sublimirbar u. wird an der Luft gelb, indem sich Wasserstoffschwefelammoniak (flüchtige Schwefelleber) erzeugt. Dieses erhält man in fester Form, wenn man Ammoniakgas und Schwefeldämpfe durch glühende Röhren treibt, und tropfbar, als dunkelgelbe, bei vorwaltendem Ammoniak dampfende, sehr widrig riechende, durch Digestion noch mehr Schwefel auflösende,

ihn aber beim Erkalten wieder entlassende Flüssigkeit (sonst Liquor fumans Boylii, oder spirit. sulphurat. Beguini genannt), die man gewöhnlich durch Destillation von 2 Kalk, 1 Salmiak und ½ Schwefel darstellt vergl. S. 416. Das schwefelsaure Ammoniak (sonst Glauber's geheimer Salmiak gen.) kommt als Mascagnin an den Lagunen im Toskanischen und bei einigen Vulkanen vor, krystallisirt als Hydrat in 6seitigen, mit 6 Flächen zugespitzten Säulen, verknistert in der Hitze, entläßt dann etwas Wasser und Stickgas und sublimirt sich größtentheils als schwefligsaures

*) In nachstehender Uebersicht sind nur jene bekanntesten Gemische aufgeführt, die in der vorhergehenden entweder noch gar nicht genannt oder nur genannt, ohne sie bestimmter zu bezeichnen.

und (zum Theil auch als schwefelsaures) Salz; mit Säure übersetzt, schießt es in leichtlöslichen dünnen Rauten oder schuppigen Blättchen an. Das salzsaure Ammoniak (Salmiak) bildet entweder Octaeder oder federähnliche Krystalle, ist sublimirbar, luftbeständig und scharf salzig, und wird durch Harnstoff zur Würfelform gebracht; im kochenden Wasser und auch im Weingeist löslich. Nach flüchtiger und löslicher ist das chlorsaure in feinen Nadeln krystallisirende Salz, welches auf heißer Unterlage mit rother Flamme verpufft. Das salpetersaure Ammoniak (sonst flammender Salpeter gen.) krystallis. in 6seitigen Säulen mit 6seitigen Pyramiden, oder in dünnen Nadeln; öfters auch eine fasrige oder dichte Masse bildend; verpufft in hoher Temperatur und auf glühenden Kohlen mit schwacher Explosion; giebt mit Sand gemengt und allmählig erhitzt: Wasser und oxydirtes Stickgas. Die Blausäure eint sich mit dem Ammoniak zu Würfeln, oder verwitterten Prismen oder zu farrenkrautähnelnden Krystallen, ist sehr flüchtig, schmeckt und riecht nach Blausäure und nach Ammoniak, zersetzt und verkohlt sich leicht und wird gewöhnlich aus 3 Salmiak, 2 eisenblaus. Kali und 10 Wasser durch Destillation gewonnen. Das eisenblausaure Ammoniak gewinnt man durch Behandlung des Berlinerblau mit Ammoniak; sonst hieß es Meyer's flüchtige Blutlauge. Das neutrale essigsaure Amm. (sonst Spirit. Mindereri gen.) bildet eine wasserhelle, erwärmt etwas Ammoniak entlaßende (und dann als saures Salz in platten Nadeln und Säulen krystallisirbare) Flüssigkeit. Das neutrale oxalsaure Ammoniak bildet büschlig gehäufte, lange, 4, 6 u. 8seitig zugeschärfte, Lakmus röthende Säulen; mit Säure übersetzt: schwerlöslichere, ebenfalls säulenförmige Krystalle. Das neutrale weinsaure Amm. schießt in leichtlöslichen, salpetrig schmeckenden, vieleckigen Säulen an; das saure weinsaure ist schwerlöslicher und das weinsaure Kali-Ammoniak (sonst auflöslicher Weinstein gen.) bildet 4 u. 6seitige, kühlend stechend schmeckende, an der Luft durch Entwässerung und Ammoniak-Entbindung verwitternde, leichtlösliche Säulen.

Namen der Salzbase.	Darstellung und Beschaffenheit derselben.	Verhalten zu den Säuren.
2) Kali (vegetabilisches Alkali, Pottaschenalkali, Pottasch; Weinsteinsalz.)	Durch Verbrennen des Weinsteins oder durch kalte wässrige Pottaschen-Ausziehunggew. basisches kohlens. Kali wird in Wasser gelöst, so lange mit Kohlensäure (z. B. gährender Flüssigkeiten; s. d. Gewerbsfr. I. 11.) versetzt, bis keine Trübung mehr erfolgt, dann durchgeseihet, und im ei-	Das basische kohlensaure Kali (gereinigte Pottasche, Weinsteinsalz, mildes oder luftvolles Pflanzenlaugensalz) welches man auch durch Verpuffen von 1 Weinstein mit 1 Salpeter als sog. weißer Fluß und mit 2 Weinstein als schwarzer Fluß, desgleichen mit $\frac{1}{3}$ Kohle als sog. fixer Salpeter darzustellen pflegt, bildet eine weiße, feste, bei starker Rothgluth schmelzende (nicht verdampfende) wenig ätzende Masse, die durch Wasserdämpfe bei Rothgluth in Kalihydrat und kohlensaures Gas zerfällt, mit 20,6 proc. Wasser in kleinen octaedrischen Kryst. anschießt, an der Luft zerfließt und in diesem Zustande sonst Weinsteinöl (ol. tartari per deliquium) genannt wurde. Das neutrale kohlensaure Kali wird wie das neutr. kohlens. Ammoniak gewonnen und bildet 4seitige oder un-

Namen der Salzbase.	Darstellung und Beschaffenheit derselben.	Verhalten zu den Säuren.
	fernen Kessel abgedampft; 1 Th. des trockenen Salzes wird hierauf mit 1 reinen Ätzkalk und 8 Th. Wasser, unter steter Nachfüllung von destill. Wasser solange gekocht, bis etwas von der klärirten Lauge Kalkwasser nicht trübt, dann durch Leinwand geseihet, rasch bis zur Saftdicke eingekocht und in verschlossenen Glasflaschen mit $\frac{1}{3}$ Alkohol geschüttelt. Diesen giesst man nach 4 Tagen klar ab, destillirt ihn bis zu $\frac{1}{4}$ ab, u. dampft den Rückstand schnell in einer Platin- oder Silberschaale so weit ab, bis etwas davon auf einem Eisenblech erstarrt; giesst es auf ein Eisenblech aus, und hebt es in luftdicht verschliessbaren Flaschen auf. Es krystallisirt als Hydrat in durchsichtigen farblosen Octaedern und in Blättchen.	regelmässig 8seitige Säulen, mit zugeschärften Enden; schmeckt zwar alkalisch aber nicht ätzend, ist luftbeständig und zeigt auch säuerliches kohlens. Kali. Die Phosphorsäure bildet mit dem Kali neutralisirt eine weisse, im Flusse durchsichtige, erkaltet trübe und dann sandig glänzende, nur im heissen Wasser lösliche Masse, krystallisirt hingegen als saures Salz in 4seitigen Säulen, die mit 4, den Seitenflächen aufgesetzten Flächen zugespitzt, sehr sauer, luftbeständig und leichtlöslicher sind, als das neutrale Salz. Die Hydrothionsäure krystallisirt mit dem Kali in 4seitigen, zerfliesslichen (farblosen) die Haut bräunenden Säulen, die man auch durch Ausziehung der gewöhnlichen Schwefelleber (S. 418) mit Weingeist gewinnen kann. Die letztere in Wasser gelöst, stellt das flüssige, grünlich- oder gelblichbraune, mehrere Metalle (Stibium, Arsenik, Kupfer etc.) auflösende Wasserstoffschwefelkali dar; welches um so grünlicher ausfällt, je reicher die Schwefelleber (Schwefelkali) an Kohle war. Das schweflichtsaure Kali schiesst in weissen, länglich geschobenen Blättchen oder auch in 6seitigen, schweflig schmeckenden, mit Salpeter verpuffenden, leichtlöslichen Nadeln an, die sich bei vorsichtiger Erhitzung unzersetzt sublimiren lassen und in der Luft allmählig in schwefelsaures Kali übergehen. Letzteres (sonst auch vitriolisirter Weinstein, Glaserisches Polychrestsalz oder Arcanum duplicatum genannt) bildet 6seitige Doppelpyramiden, oftmals mit zwischen gelagerten 6seitigen Säulen, ist schwerlöslich, phosphorescirt lebhaft beim Krystallisiren und geht durch Glühen mit $\frac{1}{8}$ Kohle in Schwefelleber über. Mit Säure übersetzt krystallisirt es in leichtlöslichen, federartigen oder rautenförmigen Gebilden, von blätterigem Bruch, denen schon Weingeist die überschüssige Säure entzieht. Das salzsaure Kali (von Davy als Chlorkalium betrachtet, das es jedoch erst durch Schmelzung wird, sonst auch Sylvisches Digestivsalz; oder ge-

reinigtes Seiffenfluss gen. d. Gewerbsfr. II.) krystallisirt in Würfeln und in 4seitigen Säulen, schmeckt etwas schärfer als Kochsalz, verflüchtigt sich bei hoher Temperatur unzersetzt, verknistert vor dem Schmelzen und ist leichtlöslich. Das chlorsaure Kali (Hyperoxygenirtsalzsaures Kali; Zündsalz) bildet geschoben 4seitige und 6seitige, perlmutterglänzende Säulen und Tafeln, leuchtet im Dunkeln gerieben,

schmeckt kühlend salpeterähnlich und fällt die Silberauflösung nicht. Chlorsaurer Kalk und kohlensaures oder neutrales weinsaures Kali geben dieses Salz durch Wechselzersetzung, Chlorgas und 10 Pottasche in 18 Wasser selbst durch unmittelbare Einung, woraus es erkaltend krystallisirt. Glüht man Salpeter längere Zeit, bis er eine hell apfelgrüne Masse darstellt, so erhält man daraus durch wässriges Lösen und Krystallisiren a) etwas unzersetzten, als solcher in unregelmäßigen 6seitigen, bald zugeschärften, bald mit 3, oder 6, oder 12mal gebrochenen Flächen zugespitzten, bei Rothgluth schmelzenden (und dann sog. mineralischen Krystall oder Nitrum tabulatum bildenden) scharf-bitterlich kühlend schmeckenden, Muskelfaser unter Beihülfe siedenden Wassers schnell röthenden, in Säulen krystallisirenden Salpeter; b) weißes, nicht alkalisch reagirendes salpetrichtsaures und c) verworren krystallisirendes salpetergashaltiges Kali. Die Oxalsäure giebt mit dem Kali a) das sog. doppeltoxalsaure oder saure oxalsaure, unter dem Namen Sauerkleesalz aus den Säften des Sauerklee's und Sauerampfers geschieden werdende, welches in kurzen, undurchsichtigen, luftbeständigen Parallelepipeden, von bitterlich saurem Geschmack krystallisirt, in Wasser schwerlöslich ist, durch Behandlung mit Schwefel-, Salz-, oder Salpetersäure in b) vierfach oxalsaures (leicht krystallisirendes, sehr saures) Salz übergeht, auch durch Einwirkung der Oxalsäure auf Salpeter oder auf Digestivsalz erzeugt wird, und durch Neutralisation des Sauerkleesalzes mit Kali in c) neutrales, in 4, 6 und mehrseitigen, mit 2 Flächen zugeschärften Säulen anschießendes Salz übergeht. Die Weinsäure ist in dem durch Lösen, Entziehen der färbenden Theile durch Thon und Krystallisiren gereinigten Weinstein als saures weinsaures Kali (gepulvert, auch unter dem Namen Weinsteinrahm; Cremor tartari bekannt) zugegen, das weiße, durchscheinende 4seitige Säulen oder auch flache 6seitige Pyramiden bildet, in Wasser schwerlöslich ist, durch trockne Destillation unter andern brenzlich-öhlige, wässrige brenzliche Weinsäure (Weinsteinspiritus) liefert, als wässrige Lösung leicht (unter Oelerzeugung) schimmelt und mit Kali neutralisirt den sog. tartarisirten Weinstein darstellt, der schwierig in 4seitigen, mit 2 Flächen zugeschärften Säulen anschießt, zerfließlich und leichtlöslich (auch in 240 Theilen siedenden Alkohols löslich) ist, eingetrocknet ein weißes Pulver darstellt, und durch Berührung der meisten anderen Säuren, durch Entlassung von einem Antheil Kali wieder in Weinstein übergeht. — 4 Weinstein und 1 Boraxsäure geben 4,5 trocknes, sehr saures, leichtlösliches, aus der gesättigten heißen Lösung zur durchsichtigen Masse gestehendes, 0,34 wasserhaltiges, durch Weingeist nicht zersetzbares saures weinboraxsaures Kali (der sog. tartar. boraxatus französischer Apotheken); vereinigt man hingegen 2 Weinstein mit Borax, so erhält man 3,6 unkrystallisirbares, gummiartiges, leichtlösliches und zerfließliches, säuerliches, durch Alkohol nicht zerlegbares weinboraxsaures Natronkali (tartar. boraxat. deutscher Apotheken, sonst auch cremor tartari solubilis genannt) und neutralisirt man den Weinstein mit Natron, so giebt dieses das in großen, wasserhellen 4, 6, 8 u. 10seitigen, schwach salzig bitterlich schmeckenden Säulen anschießende weinsaure Natronkali (sog. Seignettesalz). Die Essigsäure neutralisirt das Kali zu einem zerfließlichen, schmelzbaren und bei der Abdampfung zunächst schuppige Blättchen bildenden, in Wasser leichtlöslichen, auch im Weingeist lösbaren, schwierig in seidenglänzenden, platten Nadeln anschießenden Salze (sonst Blättererde oder geblätterte Weinsteinerde gen.), das durch Hitze zerstört einen selbstentzündlichen Rückstand hinterläßt und mit arseniger Säure destillirt, Cadet's „rauchende Flüssigkeit“ entstehen macht. Wie man aus holzessigsaurem Kali oder Kalk durch Behandlung mit $\frac{1}{12}$ Thierkohle

Kochen, Durchseihen und Destilliren mit Manganoxyd und Schwefelsäure reine Essigsäure gewinnen könne; s. Deutsch. Gewerbsfr. I—III. u. IV. und die von mir besorgte neue Ausgabe der Jahn'schen Malzessigbrauerei; Eisenach 1818. 8.

Namen der Salzbase.	Darstellung und Beschaffenheit derselben.	Verhalten zu den Säuren.
3) Natron (Soda, Mineralalkali).	Darstellung wie Kali. Das Hydrat krystallisirt sehr schwierig, bei strenger Kälte in weißen, 4seitigen, leicht zerfließenden Tafeln. Geschmolzen bildet es das spröde, fasrige Aetznatron, welches unter Rothgluth schmilzt und sich bei derselben, jedoch weniger leicht als Kalihydrat verflüchtigt.	Das basische oder sog. neutrale kohlensaure Natron (welches in den Natronseen Aegyptens und Ungarns, an Mauern etc. auswitternd vorkommt, gewöhnlich aus der Asche verschiedener Meeresgewächse als käufliche spanische Soda gewonnen und häufig durch Zersetz. des Glaubersalzes und Kochsalzes fabricirt wird; Gewerbsfr. III.) ist gleich dem Kali durch Wasserdämpfe, so wie durch weißglühend Eisen zersetzbar, schmeckt milder als kohlensaures Kali, ist schmelzbarer und krystallisirt mit Wasser in unregelmäßigen Octaedern oder in rhomboidalen Prismen, welche an der Luft verwittern; mit Kohlensäure neutralisirt bildet sich das sog. säuerliche kohlens. Natron oder Brunnensalz, welches in den alkalischen heißen Quellen (Karlsbads, Badens im Murgthal und wahrscheinlich auch Wiesbadens, Bertrichs etc.) natürlich

gebildet vorkommt, und in 4seitigen geschobenen, an der Luft nur oberflächlich verwitternden Krystallen anschießt, die Curcuma nicht mehr bräunen, jedoch Rosen- und Veilchentinctur schwach grünen und gerötheten Lakmus bläuen. Erhitzung der Lösung bis 75° C verflüchtigt einen Theil der Kohlensäure. — Das neutrale (aber basisch reagirende) boraxsaure Natron oder der sog. Borax (S. 454) der sich als Tinkal in Asien findet, in Europa gereinigt (raffinirt) wird, und durch Schmelzen zu Boraxglas verglast, nicht ätzend wirkt, und als Flußmittel für Gold etc. häufig benutzt wird, bildet als Hydrat halbdurchsichtige, unregelmäßig 6seitige, mit 3 Flächen unregelmäßig zugespitzte Säulen, verwittert an der Luft nur oberflächlich und bläht sich vor dem Schmelzen, Krystallwasser entlassend, zum sog. calcinirten Borax auf. Mit Boraxsäure gesättigt, erzeugt sich ein nun nicht mehr alkalisches, tafelförmig krystallisirendes, kühlend schmeckendes, im Feuer aufschäumendes und verglasendes Salz. Das phosphorichtsaure Natron krystallisirt in 4seitigen, quadratischen Blättern und in fedrigen Formen, schmeckt angenehm kühlend, verwittert und entzündet sich erhitzt mit gelblicher Flamme. Zur Lösung fordert es fast eben so viel heißes als kaltes Wasser (nemlich 2 Thl.); das phosphorsaure Nat. (in mehreren Thierflüssigkeiten, besonders im Harne vorkommend) krystallisirt in großen geschobenen 4seitigen Säulen, verwittert, stellt durch Erhitzen entwässert eine milchweiße, bei Rothgluth durchsichtig fließende, angenehm salzig schmeckende, mehr Wasser als das vorige Salz zur Lösung heischende, Veilchensaft grünende Masse dar. Das hydrothionsaure Natron schießt in klaren, 4seitigen Säulen mit 4seitigen Pyramiden, oder auch in Octaedern an, schmeckt alkalisch bitter, zerfließt an der Luft, ist in Weingeist löslich und in Wasser leichtlöslich. Die Natronschwefelleber verhält sich wie

die, des Kalk. Das schweflichsaure Natron krystallisirt in 4seitigen und 6seitigen, 2flächig zugeschärften Säulen, die frisch hintennach schweflicht schmecken und an der Luft in schwefelsaures Natron (oder sog. Glaubersalz Glaubersches Wundersalz) übergehen. Dieses in Salzquellen, im Meerwasser und den meisten Mineralquellen häufiger in Ostindien und in Amerika oftmals in ungeheuren Lagern und Salzfelsen aufgeschichtete, bei der Salzsäure-Bereitung als Rückstand verbleibende bitterlich kühlend schmeckende Salz, bildet mit Wasser (das es zu Pulver verwitternd allmählig, schneller durch mäßige Wärme verliehrt) leichtlösliche 3 kaltes und 1 heißes Wasser fordernde, wasserhelle, farblose, zweyflächig zugeschärfte 6seitige Säulen, die erhitzt erst in wässrigen und späterhin bei Rothgluth in feurigen Fluß kommen und mit Kalk und Kohle geglüht die Soda aus Glaubersalz geben; d. Gewerbsfr. III. Mit Schwefelsäure übersetzt entsteht das noch löslichere, zerfließliche, lange Säulen (nach Thomson breite, verwitternde, rhomboidale Tafeln) bildende saure schwefels. Nat. Das salzsaure Natron (nach Davy: Chlornatronium) ~~Kochsalz, Steinsalz oder Seesalz, welches die Natur in Salzflötzen und~~ als Salzfelsen der Sandwüsten, dann aber als Hauptbeimischungstheil der Salzquellen, des Meerwassers und der Mineralquellen, so wie mehrerer thierischer Flüssigkeiten liefert, krystallisirt in Würfeln (welche durch Einwirkung des Harnstoffs in Octaeder verkehrt werden) in Octaedern und hohlen Pyramiden, verknistert auf dem Feuer, fließt bei Rothgluth, verfliegt bei Weißgluth, schmeckt rein salzig, löst sich in 2,82 kaltes und 2,76 siedendes Wasser, hindert in kleinen Mengen dem Fleische beigegeben dessen Fäulniß (Einsalzen, Einpöckeln) befördert sie hingegen in größeren Mengen zugesetzt und ist auch durch Siliciumsäure Behufs der Glasbereitung zersetzbar. Das chlorsaure Natron schießt in geschobenen Rhomboedern und 4seitigen Tafeln an, schmeckt etwas kühlend und stechend und verpufft auf glühenden Kohlen mit gelblichem Lichte; ist in Alkohol löslich und wird an der Luft etwas feucht. Das salpetersaure Natron bildet weiße Rhomboeder (S. 416) das schwefelsaure Natronammoniak (in manchem Salmiak als Beimengung vorkommend) krystallisirt in kurzen Säulen; das phosphorsaure Natronammoniak (sog. natürliches Harnsalz, oder mikrokosmisches Salz), das der menschliche Harn krystallinisch absetzt, entläßt verwitternd etwas Ammoniak und Wasser; das benzoesaure Natron krystallisirt in Spießen, findet sich im Harne der Säuglinge und mit benzoes. Kalk und Kalk in dem der Pferde und Kühe (zugesetzte Salzsäure fällt die Benzoesäure.) Das essigsaure Natron (sonst krystallisirbare Blättererde genannt) bildet lange, gestreifte Säulen und Nadeln von mild salzigbitterlichem Geschmack, welche kaum verwittern, hingegen erwärmt zu pulverigem Salz zerfallen.

Namen der Salzbase.	Darstellung und Beschaffenheit derselben.	Verhalten zu den Säuren.
4) Lithion	s. S. 416.	
5) Baryt (Schwererde.)	Darstellung s. S. 417. Das Hydrat krystallisirt in wasserhellen, 4seitigen, bei gelinder Gluth schmelzenden Krystallen.	Der natürliche kohlensaure Baryt krystallisirt in doppelt 6seitigen (oft mit zwischen liegenden 6seitigen Säulen verbundenen) Pyramiden; der hydrothionsaure in feinen weißen, bitteralkalisch schmeckenden, ätzenden, an der Luft schnell gelbenden, im Wasser sich leicht zur grünlichen Flüssigkeit lösenden Schuppen; der natürliche schwefelsaure meist in (mannichfach ab-

geändert vorkommenden) geschoben 4seitigen Tafeln; der saure schwefelsaure (durch Auflösen in Vitriolöl gewinnbare) in gruppirten Nadeln, die durch Wasser in verdünnte Säure und neutrales Salz zerfallen; der salzsaure, auf dem Feuer vor dem Flusse verknisternde, ekelerregende, luftbeständige, scharfbittere in durchscheinend weißen, rechtwinklig 4seitigen Säulen und Tafeln, die in Alkohol etwas, in Wasser ziemlich (in 5 kaltem und etwas weniger heißem) löslich sind; der chlorsaure in 4seitigen, bald mit schiefer, bald mit gerader Endfläche versehenen, herb und stechend schmeckenden, mit Vitriolöl begossen stark blitzenden, in 4 kaltem Wasser löslichen, in Alkohol unlöslichen Säulen, die unter andern zur Darstellung der wässrigen Chlorsäure dienen; der salpetersaure in weißen luftbeständigen, kein Krystallwasser enthaltenden Oktaedern und der essigsaure, in 8seitigen unregelmäßig absätzig zugespitzte Säulen und Nadeln, die verwittern, ohne entsalzet zu werden.

Namen der Salzbase.	Darstellung und Beschaffenheit derselben.	Verhalten zu den Säuren.
6) Strontian (Strontianerde).	Das Hydrat schießt in 50 proc. Krystall-Wasser haltigen, durchsichtigen sehr spitzen Rhomboedern und Nadeln an, die sich in 50 kalten und 2,4 siedenden Wasser lösen.	Der natürliche kohlensaure bildet gewöhnlich stralige, oder stängliche, wachsglänzende, durchscheinende grünlichweiße, der hydrothionsaure glänzendweiße, blättrige Massen; der salzsaure feine bleiartige Spieße, die leichtfließend sich im Feuer bald in Chlorstrontian verwandeln; der chlorsaure, schmelzbare und mit Purpurflamme verpuffende, zerfließliche, den salzs. Strontian an Leichtlöslichkeit in Weingeist übertreffende feine, stechend kühlschmeckende, etwas zusammenziehende Nadeln; der salpetersaure, kühlend stechend schmeckende, der natürliche schwefelsaure geschoben 4seitige (mannichfach abgeänderte) Tafeln, welche erhitzt durch Arsenikfäure zersetzt werden; und der essigsaure, schwürig krystallisirbare, kleine Nadeln, welche luftbeständig und in $2\frac{1}{2}$ Wasser löslich sind.
7) Kalk (Kalkerde.)	~~Darstellung &c.~~ S. 417. Das Hydrat krystallisirt, wenn man ihm durch salzs. Kalk Wasser entzieht, in langen dünnen Prismen, oftmals gemeinschaftlich mit dem in gestreiften 6seitigen Säulen krystallisirenden salzsauren Kalk.	~~Der natürliche~~ kohlensaure Kalk bildet mehrere hundert verschiedene Krystallgestalten, deren Krystallkern ein stumpfes Rhomboeder ist; S. 320; der Tropfstein, Marmor, die Kreide etc. sind kohlensaurer Kalk. Der natürliche neutrale phosphorsaure Kalk bildet 6seitige Säulen; der künstliche, saure phosphorsaure glänzende Schuppen. Der hydrothionsaure Kalk stellt eine farblose, scharf-bitterschmeckende Flüssigkeit dar. (Der aus $\frac{1}{2}$ Schwefel und 1 Kalk durch Glühen gebildete Schwefelkalk, wird durch Insolation stark leuchtend und heißt in dieser Hinsicht auch Canton's Phosphor; in Wasser gelöst und der Luft bis zur Entfärbung ausgesetzt, krystallisirt aus der Lö-

kulg, in Säulen; der Schwefeloxydkalk.) Der pulverige, weiße, unlösliche, neutrale schweflichsaure Kalk, giebt durch Lösen in „schweflichtsaurem" Wasser 6seitige, mit 6 Flächen zugespitzte, kaum schweflicht schmeckende, in 800 Wasser lösliche Säulen. Der natürliche schwefelsaure Kalk (Gyps, Fraueneis) erscheint in 4seitigen Tafeln, der wasserlose oder sog. Anhydrit in rechtwinkligen Parallelepipeden; der künstliche nimmt durch Lösen in gesäuertem oder auch nur in heißem Wasser und Erkalten, ähnliche Krystallgestalten an (Selenit). Das durch Schmelzung des salzsauren Kalkes gewinnbare (Wasser schnell anziehende und daher zur Entwässerung des Alkohols und einiger Gase benutzt werdende) Chlorcalcium, leuchtet, wenn es durch harte Körper geritzt wird, lebhaft (Hombergischer Phosphor); desgleichen durch Insolation. Der salzsaure Kalk hieß sonst auch fixer Salmiak, und im zerflossenen Zustande Kalköl; und die Zersetzung seiner wässrigen gesättigten Lösung durch eine ebenfalls gesättigte Lösung des kohlens. Ammoniaks: Offa Helmontii. Der Chlorkalk (mit Chlorgas gesättigter Kalk) entläßt gelöst die Hälfte Kalk und geht durch Wasserzersetzung in krystallisirbaren chlorsauren Kalk über, der bei der Verschluckung des Chlorgases durch mit Wasser gelöschtes, pulveriges Kalkhydrat als pulveriges, basisches Salz erscheint; S. 417. Der salpetersaure Kalk krystallisirt in 6seitigen, mit langen Pyramiden endenden, zerfließlichen, scharf bitter schmeckenden Säulen; stark erhitzt bildet er ein durch Insolation leicht leuchtendes (Balduin's Phosphor darstellendes) Gemenge aus salpeters. und salpetrichts. Kalk. Der essigsaure Kalk bildet neutrale, seidenartig glänzende, häufig büschelförmige, lange 6seitige Säulen. Der zitronensaure Kalk, bildet ein in kochendem Wasser unlösliches, feucht leicht faulendes, in kaltem Wasser etwas lösliches pulveriges Salz, das man durch Schwefelsäure Behufs der Abscheidung der Zitronensäure zersetzt, nachdem man es zuvor durch Neutralisation des Zitronensaftes mit Kalk gebildet hat. Aehnlich verhält sich der weinsaure, (entweder pulverige, oder feine, seidenglänzende Nadeln bildende, erhitzt sich aufblähende, in Weinsteinlösung, Essig etc. lösliche) durch Zersetzung auf Weinsäure benutzt werdende Kalk, den man unter Ausscheidung von neutralem weinsaurem Kali, durch Neutralisation des in siedendem Wasser gelösten reinen Weinsteins (oder durch Wechselzersetzung von salzs. Kalk und neutr. weinsaurem Kali) zu gewinnen pflegt. Der saure weinsaure Kalk ist ziemlich leicht löslich und schießt theils in Octaedern mit abgestumpften Endspitzen, theils in geschobenen 4seitigen Säulen an.

Namen der Salzbase.	Darstellung und Beschaffenheit derselben.	Verhalten zu den Säuren.
8) Bittererde (Magnesia Talkerde.)	Darstellung und Beschaffenh. s. S. 419	Die neutrale kohlens. Bittererde, welche durch Wechselzersetzung des neutralen (sog. säuerlichen) kohlensauren Natrons und der wässrigen Lös. des Bitter-

salz (mittelst ruhigen Stehens des Gemisches) krystallisirt, bildet 6seitige Säulen, die an der Luft verwittern und dann nicht mehr in 48 Th. sondern in 600 Th. Wasser löslich sind. In Kohlensäure haltigem Wasser gelöst, geht die neutrale in die flüssige, Lakmus röthende, aber Veilchensaft grünende, saure, kohlensaure Bittererde über. Die schwerlösliche phosphorichtsaure Bittererde krystallisirt in verwitternden Tetraedern, die löslichere phosphorsaure (in geringer Menge in Thierexcr-

eignen vorkommende) in wasserhaltigen 6seitigen Säulen und Nadeln, die erhitzt zerfallen, und endlich ein durchsichtiges Glas geben; die schweflichtsaure bildet erdige, hintennach schweflicht schmeckende Tetraeder, die an der Luft allmählig in schwefelsaure Bittererde übergehen, deren Hydrat (das Bittersalz) 4seitige, irregulär zweiflächig zugeschärfte Säulen bildet, die in ½ heißen und 1 kalten Wasser löslich sind. Die der schwefelsauren häufig beigemischte (und davon durch Weingeist entfernbare) salzsaure Bittererde ist zerfließlich, krystallisirt daher schwierig in Nadeln, welche erhitzt Wasser und etwas Salzsäure entbinden und endlich in Chlormagnium übergehen; die salpetersaure (höchst scharf bitter schmeckende) bildet als Hydrat geschobene 4seitige Säulen oder Nadeln, zerfließt an der Luft, löst sich ebenfalls in (9 Th.) Alkohol auf und ertheilt demselben die Eigenschaft mit grünlicher Flamme zu brennen. Das phosphorsaure Bittererdeammoniak findet sich spurenweise im Thierkörper und schießt in mit 4 Flächen irregulär zugeschärften 4seitigen Säulen an. Das schwefelsaure Bittererdeammoniak krystallis. in Octaedern, das schwefels. Bittererdkali in schwerlöslichen Rhomboedern; dasselbe Salz mit etwas Säure übersetzt in langen löslichern Säulen; letzterem ähnlich krystallisirt das verwitternde schwefels. Bittererdnatron. Der kohlensaure Bittererdkalk erscheint in stumpfen Rhomboedern als Bitterspath (Dolomit, Mimelit und Bitterkalk). Die essigsaure Bittererde bildet eine gummige Flüssigkeit; die saure weinsaure kurze 6seitige Säulen.

III. Uebersicht der Alkaloide, d. h. alkalisch reagirende, Säuren abstumpfende und damit meist krystallisirbare Salze herstellende, basische Bildungstheile organischer Körper.

a) Pflanzliche:

Namen des Alkaloides.	Darstellung.	Allgemeines Verhalten	Verhalten zu den Säuren.
1) Morphium (Papaverin).	Aus dem mekonsauren Morph. des Opiums, durch Extraction mit Essigsäure, Fällung der durchgeseiheten sauren Auflösung durch Ammoniak, Auswaschung und wiederholte Auflösung in heißem Alkohol u.	Krystallis. in leicht schmelzbaren, nicht im kalten Wasser sondern nur in heißem Alkohol löslichen Parallelepipeden, die geröthet Lakmus bläuen, innerlich genommen betäuben; nach Döbereiner, ihren Bestandtheilen gemäß folgendes chemische Zeichen erhalten müßen: $C_{10}O_3H_6A$; vergl. S. 63. und als eine innige Verbindung von	Die Morphiumsalze werden durch die übrigen Alkalien zersetzt, sind neutralisirbar und der Krystallisation fähig, meist löslicher als das Morphium, und wie dieses im Feuer zerstörbar. Das kohlensaure, schwefelsaure, salzsaure, salpetersaure, weinsaure, und essigsaure Morphium krystallisirt leicht (das erste vielleicht nur als Doppelsalz) gewöhnlich strahlige, federige, sternförmige Gruppen, verästete Prismen etc.; seltener regelmäßige Säulen bildend. Das mekonsaure Morphium kristallisirt nicht, ist in Wein

Namen des Alkaloids	Darstellung.	Allgemeines Verhalten.	Verhalten zu den Säuren.
	Krystallisation aus demselben.	Ammoniak (welches jedoch nicht durch die Ausscheidung hinzugekommen ist; denn auch durch Bittererde geschiedenes Morphium zeigt alkalische Reaction) mit Wasser und viel Kohlenstoff angesehen werden können.	geist und Wasser ziemlich löslich und zersetzt die Eisenauflösungen, dieselben als rothes mekonsaures Eisen fällend, vergl. Berlin. Jahrb. f. die Pharmac. XVIII. bis XXII. Jahrg. Die Morphiumsalze zeigen sich in physiologischer Hinsicht zum Theil wirksamer als das reine Morphium.
2) Strichnin.	Aus den Krähenaugen, Ignatiusbohnen u. dem Schlangenholze, in denen es mit Igasuriksäure salzig verbunden vorkommt. Man weicht die fein zertheilten Substanzen mit Wasser ein, u. ziehe sie so oft mit frischem destill. Wasser aus, bis der Rückstand nicht mehr bitter schmeckt. Alles Flüssige wird dann [illegible] verdunstet, und nachdem zuvor durch Zusatz von etwas Schwefelsäure das Strichnin auflöslicher gemacht worden, wird es nun durch Aetzkali	Färbt Rhabarberpapier röthlichbraun, geröthetes Lakmus blau; verkohlt sich bei niederen Hitzgraden, krystallisirt in vierseitigen Prismen, ist luftbeständig und geruchlos, schmeckt sehr bitter, hintennach metallisch, bewirkt innerlich gefährlichen Starrkrampf, und wird in seinen Wirkungen durch Verbindungen mit Säuren erhöht. Unter diesen bewirkt die concent. Salpetersäure eine, auf höhere Oxydation des Strichnin deutbare Röthung. Die Bestandtheile sind ebenfalls Kohlenstoff, Wasser und Stickstoff.	Mit Schwefelsäure bildet das Strichnin ein neutrales, würfliges, leichtlösliches; mit überflüssiger Säure ein noch löslicheres, spießiges Salz. Die Salzsäure eint sich damit zum neutralen, in Prismen krystallisirenden Salze; die verdünnte Salpetersäure verhält sich der Salzsäure ähnlich. Auch die Essigsäure giebt mit dem Strichnin ein krystallinisches Salz, das, wie alle Strichninsalze, sehr bitter schmeckt.

Namen des Alkaloids	Darstellung.	Allgemeines Verhalten.	Verhalten zu den Säuren.
	gefällt, ausgesüßt und wiederhohlt in siedendem Alkohol gelöst und krystallisirt.		
3) Picrotoxin	Aus der äußern Haut der Kokelskörner. Durch Digestion der wässrigen Auszüge mit gebrannter Bittererde, und des Niederschlags mit siedendem Alkohol.	Krystallisirt in 4seitigen Prismen, von sehr bitterem Geschmack und sehr giftiger Wirkung. Erleidet, mit fetten Oelen erhitzt, nach der deren Wallen Zersetzung, ist in heißem Wasser etwas in Alkohol leichter löslich; die Lösung reagirt nicht alkalisch. Bestandtheile wie Strichnin.	Mit der Schwefelsäure vereint sich das Picrotoxin zum schwerlöslichen, mit der Essigsäure zum leichtlöslichen Salze. Salzsäure löst es nicht auf, kalte Salpetersäure hingegen nimmt es mit grüngelblicher Farbe in sich auf.
4) Delphinin	Aus den Stephanskörnern, wie Strichnin. Erscheint in kleinen schwer krystallisirenden Körnchen (Octaedern?) und unregelmäßigen Flocken, die für sich erhitzt bald verkohlen.	In heißem Wasser sehr schwerlöslich, etwas löslicher in siedend. Alkohol und Aether, leichtlöslich in Terpentinöl. Besitzt weder Geschmack noch Geruch, reagirt schwach alkalisch und ist luftbeständig. Mit Oel erhitzt entbindet es einen scharfen betäubenden Geruch.	Salzsäure, Schwefelsäure und Essigsäure bilden damit neutrale, leicht lösliche, schwer krystallisirende, brennend bitter schmeckende Salze. Das Kosten dieser Salze bewirkte Betäubung und anhaltendes Zucken in den Gesichtsmuskeln.
5) Daphnin (Vauquelin.)	Aus der Rinde der Daphne Alpina und verschiedener anderer Seidelbastarten, auf bei 3) bemerkte Weise oder auch durch Extraction mit Weingeist, Fällung des Harzes	In Wasser und Alkohol ziemlich löslich, aus den Lösungen in graulich glänzenden Blättchen krystallisirend, gegen Pigmente alkalisch reagirend.	Die Säuren [illegible] Verbindungen liefern, von denen die der Essigsäure leichtlöslich sind; diese Salze sind, gleich ihrer Base, sehr bitter.

Namen des Alkaloids	Darstellung.	Allgemeines Verhalten.	Verhalten zu den Säuren.
	mit Wasser, Abdunstung des wässrig flüssigen und Ausziehung desselben mit Alkohol. (Schmelzbare und leicht verkohlende Schüppchen gewährend).		
(6) Daturin (Stramonin.)	Aus dem apfelsauren Daturin der Saamen des Stechapfels; wie bei 3).	Im Wasser fast unlöslich, etwas löslicher in Alkohol, daraus in 4seitigen, prismatisch-büschelförmigen Krystallen anschließend.	Während das (heftig betäubend wirkende) Daturin geschmack- u. geruchlos ist, besitzen die Salze einen kaum bitteren, salzigen Geschmack.
7) Atropin (Belladonnin).	Aus der Belladonna; wie bei 3). (Wirkt auf die Pupille der Augen der Säugthiere und der Menschen erweiternd.	In Wasser schwerlöslich, von sehr bitterem Geschmack, in Alkohol leichtlöslich, daraus in blendend weißen Spießen anschließend.	Die neutralen und ziemlich leichtlöslichen Salze, wirken, gleich ihrer Grundlage, schon in kleinen Mengen sehr betäubend.
8) Alkaloid der un[illegible] Angu[illegible] Brucin	Wie bei 5). Das in Wasser schwer, in Alkohol leichtlösliche Alkaloid, wird durch Krystallisation geschieden.	Krystallinisch, in der Hitze zerstörbar, sehr giftig.	Bildet mit Salpetersäure ein zerfließliches Salz, welches durch salzsaures Zinnoxydul violett wird.
9) Sabadillin.	Aus dem Sabadillsaamen; wie bei 5). Wird aus der geistigen Lösung in verworrenen Krystallen ausgeschieden, welche vom Wasser kaum aufgenommen werden.	Bei mäßiger Hitze zerstörbar; von sehr brennendem Geschmack.	Neutralisirt sich fast mit allen Säuren.

Namen des Alkaloids	Darstellung.	Allgemeines Verhalten.	Verhalten zu den Säuren.
10) Hyoscyamin (Bilsenalkali)	Aus dem Bilsenkraut, wie bei 5); löslich wie 9.	Krystallisirbar, von scharfem Geschmack und betäubender Wirkung.	Durch Säuren neutralisirbar.
11) Aconitin	Aus dem Eisenhütlein Aconitum neomontan., tauric., Napellus wie 10)	Krystallisirbar, von geringem widrigen Geschmack.	Wie 10.)
[illegible]	[illegible] wie bei 5); löslich wie 10.		
12) Cicutin (Schierlings-Alkali.)	Aus dem Schierling; wie 11.	Krystallisirbar, von geringem Geschmack u. widrigem Geruch.	Wie 10.) *)

b) Thierische.

Namen des Alkaloids	Darstellung.	Allgemeines Verhalten.	Verhalten zu den Säuren.
13) Gallenstoff.	Mittelst verdünnter Schwefelsäure fällt man zuvörderst den gelben Schleim der Ochsengalle, erwärmt dann die übrige Galle mit mehr Schwefels. gießt die Flüßigkeit von dem entstandenen harzigen Nieder-	Grün oder grünlichgelb, der getrockneten Rindsgalle dem Ansehen nach ähnelnd; sehr bitter, hintennach süßlich, leichtlöslich in Wasser u. Weingeist; unlöslich in Aether.	Neutralisirt Schwefelsäure, Salz- und Salpetersäure, damit [illegible]säure, dem grünen [illegible] der Pflanzen ähnelnde, in Wasser schwer- in Alkalien haltigem Wasser desgleichen in Weingeist leichtlösliche, Salze gebend. Auch die Verbindungen mit Phosphorsäure und Essigsäure sind leichtlöslich; jene mit [illegible]säure [illegible] schwerlöslich.

*) Auch aus den Morcheln hat man das Morchelin und aus der Lactuca hat man ein dem Morphium ähnelndes (das Lactucin) Alkaloid geschieden, und es steht zu erwarten, daß man dergleichen noch in großer Zahl besonders aus narkotischen und scharfen Pflanzen scheiden wird. — Unter den übrigen Bildungstheilen neutralisiren einige ebenfalls Säuren vollkommen, z. B. das Eyweiß.

Namen des Alkaloids	Darstellung.	Allgemeines Verhalten.	Verhalten zu den Säuren.
	schlage ab, und zersetzt diesen herzähnlichen schmelz. Gallenstoff durch Baryt.		
14) Harnstoff.	Am reichlichsten im Löwen- Tieger- u. Katzenharn; minder reichlich im Menschenharn; durch Ausziehung des langsamen und ohne Luftzutritt abgedunsteten u. fast eingetrockneten frischgelassenen Harns mit 24fachen Weingeist, Eindunstung, und wiederholte Lösung und Krystallisation darstellbar.	Durchsichtige, farblose, (nach der Reinigung mit etwas Kohle) gelblich weiße 4s. Säulen und Blätter, von kühlend scharfem Geschmack und nur erhitzt widrig harnartig riechend. Sich im offenen Feuer ohne Rückstand mit Ammoniak-Entbindung verflüchrigend. Zerfließlich. Die Krystallform einiger Salze ändernd; S. 489.	Mit der verdünnten Schwefelsäure einbar; mit der verd. Salpetersäure weiße, glänzende, sehr saure Schuppen bildelnd, die durch Erhitzung im kohlensaures Ammoniak übergehen. Auflösungen schwerer Metalle nicht fällend (?).
15) Blasenoxyd.	Von Wollaston bis jetzt nur in 2 Harnsteinen aufgefunden; Schwelgger's Journ. IV. 198.	Gelblichglänzend durchscheinende, verworren krystallinische in Kali lösliche Masse; daraus durch heiße Essigsäure in 6seitigen Blättchen krystallisirend. In Wasser kaum, in Weingeist nicht löslich.	Schießt mit Phosphorsäure, Schwefel-, Salz- und Salpetersäure in (im Wasser löslichen) divergirenden Nadeln an, bildet mit Ammoniak, Kali und Natron kohlensaure Doppelsalze, eint sich mit Oxalsäure, aber nicht unmittelbar mit wäßriger Zitronen-, Wein- und Essigsäure.

IV. Uebersicht der Säuren (die schon beschriebenen namentlich aufgeführt enthaltend).

A) Mit einfachem Säurer.

a) Mit einfacher Grundlage.

α) Sauerstoffsäuren.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
1) Salpetersäure.	1 Vol. Stikgas und $2\frac{1}{2}$ V. Sauerstoffgas (nebst 1 V. Wassergas), A O 5	Farblose, weiße, tropfbare. Durch Licht, Electricität und durch Erhitzung zersetzbare, höchst ätzende, die Haut gelbzerfressende, gegen 51 Säure 4,5 Wasser enthaltende, bei heftigster Kälte krystallisirbare, flüchtige, mit 2 Ath. Wasser verdünnt das sog. Scheidewasser (Aqua fortis) darstellende starke Säure.
2) Salpetrichte Salpetersäure (rauchende Salpetersäure.	Entsteht durch Zusammenwirkung von Salpetergas u. Salpetersäure. A O 4	Goldgelb, bei Luftberührung rauchend; im Uebrigen wie 1). Wird durch Destillation in salpetrichte Säure und farblose (zurück bleibende) Salpetersäure zersetzbar.
3) Salpetrichte Säure.	13,5 Stickstoff gegen 22,5 Sauerstoff (und mehr oder weniger Wasser). A O 3	Feuerrother Dunst, von höchst widrigem Scheidewassergeruch; in der Kälte zur feuerrothen tropfbaren Flüßigkeit verdichtbar. Wird vom Wasser schnell verschluckt, dasselbe gelb, grün oder blau färbend.
4) Gasige Azotoxydsäure (Salpetergas).	1 Vol. Stickgas mit 1 V. Sauerstoffgas. A O 2	Vergl. S. 416. Wird von einer wäßrigen Lösung des grünen schwefelsauren und salzs. Eisenoxyduls schnell verschluckt, dieselbe bräunend; 2 Vol. Salpetergas verschlucken 1 Vol. Sauerstoffgas, damit orangen Dunst bildend.
5) Gasige Azotoxydulsäure (Stickstoffoxydul; oxydirtes Stickgas; s. S. 416.	13,5 Stickstoff gegen 7,5 Sauerstoff. A O 1	Farblos, respirabel, schwach angenehm riechend, süßlich schmeckend, aus seinen Verbindungen mit Alkalien durch die schwächsten Säuren entbindbar.
6) Kohlensäure (Demantsäure, Luftsäure, Kreidensäure, fixe Luft; s. S. 409.	Aus 2 Sauerstoff u. 0,750 Kohlenstoff; nach Anderen aus 11,4 Gew. Th. Kohlenst. und 30 Sauerstoff.	Gasig, von kaltem Wasser leicht verschluckbar (im Brunnenwasser und in den meisten Mineralwässern theils an Wasser, theils an darin gelöste Basen gebunden vorkommend; s. II. Uebers. N. 8.). Von stechendem Geruch und prickelndem Geschmack. Lakmus röthend. Aus gährendem Malzabsud, aus mit verdünnter Schwefelsäure behandelter Kreide, oder kohlens. Bittererde leicht darstellbar; s. Gewerbsfr. II. u. III. Durch weißglühende Kohle in gasförmiges (die Hälfte Sauerstoff haltendes) brennbares Kohlenoxyd wandelbar.

7) 8) 9) und 10) die vier S. 412 erwähnten Chlorsäuren. 11) Oxyjodsäure s. S. 413. 12) Boronsäure s. S. 414. 13) Phosphorsäure u. 14) phosphorichte Säure s. S. 411. 15) Schwefelsäure u. 16) schweflichte Säure s. S. 410. 17) mittlere oder schweflichte Schwefelsäure (durch Auflösen der schweflichten Säure in Schwefelsäure entstehende; rauchende, in der Kälte leicht krystallisirbare Flüssigkeit) 18) Selensäure (und selenichte Säure) S. 411—12; 19) Siliciumsäure S. 419; 20) Aluminsäure oder Alaunerde; S. 420; 21) Tantalsäure, S. 425; 22) Chromsäure, S. 426; 23) Titansäure, S. 427; 24) Uransäure, S. 428; 25) Scheelsäure, S. 429; 26) Molybdän- und 27) molybdänichte Säure, S. 430; 28) Mangansäure, S. 431; 29) Tellursäure, S. 432; 30) Arsenik- und 31) arsenichte Säure, S. 433; 32 Stibium- u. 33) stibichte Säure, S. 435; 34) Zinksäure, S. 450; 35) Zinn- und 36) zinnichte Säure, S. 452; 37) Bleisäure, S. 456; 38) Kupfersäure, S. 460; 39) Merkursäure, S. 465; 40) Silbersäure, S. 470; 41) Goldsäure, S. 480; 42) Platinsäure, S. 478; 43) Rhodiumsäure, S. 474; 44) Iridiumsäure, S. 477; 45) Osmiumsäure, S. 476. 46) Palladiumsäure? a. a. O.

β) Kohlenstoffsäuren.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
47) Kohlenstickstoffsäure (Cyan, Cyanogen, Blaustoff; vergl. S. 415 u. S. 468.).	2 Anth. C gegen 1 O A; s. S. 63. Nach Anderen aus 1 C gegen 1 A; oder aus 11,4 Kohlenstoff und 13,6 Stickstoff.	Aus dem trocknen Blaustoff Merkur durch Erhitzung (S. 467). Brennbar, gasig, von widrig durchdringendem Geruch. Wasser saugt davon das Dreifache seines Volums ein; damit eine tropfbare; (vielleicht nur bei anwesender Kohlensäure:) Lakmus röthende, farblose Flüssigkeit bildend. Mehrere Salzbasen saugen das Gas ein, damit basische Kohlenstickstoffsaure Salze oder sog. Cyanoide und Cyanoidule bildend.

γ) Hesphorsäuren

48) Flußsäure.	Hesphor 2,250 gegen 1 Wasserstoff.	Vergl. S. 414.

49) Hesphorsiliciumsäure; S. 414 und 50) Hesphorboronsäure a. a. O.

δ) Chlorsäuren.

51) Salzsäure; S. 412—413; 52) Phosgensäure, S. 413; 53) Chlorphosphorsäure, a. a. O.; 54) Chlorschwefelsäure, a. a. O.; 55) Chlorjodsäure, S. 413—414.

ε) Jodsäuren.

56) Hydrojodinsäure und 57) Jodphosphorsäure; S. 413—414.

ζ) Schwefel- oder Schwefelungssäuren.

58) Hydrothionsäure, S. 410. und S. 62. (Entzieht man wässriger Hydrothionsäure durch Metall fortdauernd den Schwefel, während man der kalten Flüssigkeit stets neues Schwefelwasserstoffgas zuführt, so erhält man Wasserstoff-Wasser) 59) Schwefelkohlenstoffsäure, S. 411 (eint sich mit mehreren Salzbasen zu salzartigen Gemischen).

γ) Phosphor- oder Phosphorungssäuren.

60) Hydrophosphorsäure (mit Alkalien einbar; sonst kaum Säure zu nennen), (oder Phosphor-Wasserstoffsäure).

δ) Selensäuren.

61) Hydroselensäure (Selenwasserstoffsäure) S. 412.

ε) Tellursäuren.

62) Hydrotellursäure, S. 433. 63) Wasserstoffhydrotellursäure.

b) Mit zweifacher Grundlage.

α) Sauerstoffsäuren.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
64) Oxalsäure (Zuckersäure, Kleesäure, Kohlige Säure).	$HC_{12}O_{18}$; nach Döbereiner $CHO.4$	In verschiedenen Gewächsen, vorzüglich in den Arten der Gattung Oxalis, Rumex als saures oxals. Kali, in den Haaren des Cicer arieten. als freie Säure, in einigen Wurzeln z. B. in der Rhabarber als oxal. Kalk, desgleichen als oxals. Kalk in einigen Blasensteinen vorkommend; sich durch Erhitzung von 1 Zucker

mit 6 gew. Th. mäßig starker Salpetersäure, unter Entwickelung von Salpetergas, Kohlensäure und Blaustoff als tropfbare Flüßigkeit erzeugend, welche die Oxalsäure in glänzenden, bei der Lösung in Wasser knitternden, erhitzt zum Theil sublimirbaren (Theils zersetzt werdenden) durchsichtigen, rechtwinkligen und geschobenen, oftmals gedrückten 4seitigen, mit 2 Flächen zugeschärften Säulen und Nadeln entläßt. Diese ist stark sauer, tödtet zu 1 Loth genommen, geruchlos und in 2 kaltem und 1 sied. Wasser, in Alkohol, Aether, flüchtigen und fetten Oelen löslich. Mit dem Merkuroxydul und mit dem Merkuroxyd bildet sie weiße, pulvrige, durch Hitze oder Schlag stark verpuffende Salze (Howards Ammoniak haltiges Knallquecksilber?) eine ähnliche Verbindung geht sie mit Silberoxyd ein (Dulong's Ammoniak haltiges Knallsilber). Röthet Lakmus stark.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
65) Zitronensäure.	$H_2C_4O_4$; nach Anderen $H_2C_2O_4$.	In mehreren sauren Frucht- und Beerensäften, besonders in den Zitronen (S. 491.); mit Kali verbunden im Aconit. Lycocronum. Farblose geschobene, 4seitige, 4flächig zugespitzte Säulen. Geruchlos, Lakmus stark röthend, sehr sauer schmeckend, in 0,75 kalten und 0,5 heißem Wasser löslich; mit Weingeist digerirt in Essig übergehend, salzsaures Kali nicht zersetzend.
66) Weinsäure. (Weinsteinsäure).	$H_2C_4O_5$; nach And. $H_2C_2O_6$.	Vorzüglich aus dem Weinstein gewinnbar (S. 491.) in mehreren sauren Pflanzensäften heimisch. Durchscheinende, weiße, feste 4seitige Tafeln; Säulen und Nadeln bildend; stark sauer, bei 120 R. zur

wasserhellen Flüssigkeit schmelzend, bei der trocknen Destillat. unter andern brenzliche Weinsteinsäure erzeugend. In Weingeist löslich, mit demselben durch lange Wärmung Essig bildend. Lakmus stark röthend. Mit Kali und Eisenoxyd (durch langes Digeriren von 1 Eisenfeil und 4 Weinstein unter Luftberührung) weinst. Eisenoxydkali (Stahlweinstein und Stahlkugeln) bildend; salzs. Kali zersetzend.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
67) Bernsteinsäure (Succinsäure). Bernsteinsalz.	$H_2C_2O_3$.	Bildet sich bei der trocknen Destillation des Bernsteins, desgleichen im gährenden Honig. Durch gelindwärmendes Sublimiren vom beigemengten Oele vollkommen befreibar; sonst auch durch widerholtes Lösen, Durchseihen und Krystallisiren. Weiße, durchscheinende, luftbeständige, schmelzbare und sublimirbare, sauer u. warm schmeckende, geruchlose 3seitige Säulen u. Blätter, deren wässrige Lös. Lakmus aber nicht Veilchensaft röthet. Die bernsteins. Alkalien (z. B. bernsteins. Natron) fällen neutrales salzs. Eisenoxyd blaß bräunlichroth, beim Trocknen dunkelbraunroth werdend. 100 Th. trocknes Salz enthalten 38,5 Eisenoxyd.
68) Honigsteinsäure.	$H_4C_9O_6$ (?)	Im Honigstein mit 16 proc. Thonerde und 38 proc. Wasser verbunden, durch siedend Wasser scheidbar. In büschelförmig gehäuften, sehr glänzenden, gelblichen Nadeln anschießend. Geruchlos, süßlich sauer, hintennach etwas bitter schmeckend. Im Wasser wenig löslich; in der Hitze zersetzbar ohne sich zu sublimiren.
69) Schwammsäure.	Gesäuerter Kohlenwasserstoff, von noch unbekanntem Mischungsverhältniß.	Im Boletus pseudoigniarius Decand. als im Weingeist unlösliches schwammsaures Kali, welches durch salpeters. Bleioxyd zersetzt schwamms. Bleioxyd fallen läßt; dieses durch Hydrothionsäure zersetzt liefert die durch Sublimation in gedrückten 4seitigen, schief abgestumpften Nadeln, aus der wässrigen Lösung in, zwischen den Zähnen krachenden Säulen anschießende, Lakmus stark röthende, wie Weinstein schmeckende Säure.
70) Pilzsäure (Fungin-säure).	Wie 69).	Aus dem Bolet. juglandis, wie die Schwammsäure geschieden, bildet sie eine farblose, unkrystallinische, sehr saure Flüssigkeit, welche die Feuchte der Luft anzieht und das essigsaure Bleioxyd in Gestalt des gefällten Hornbley's niederschlägt. Die Gattungen Peziza, Hydnum, Phallus, Merulius u. Boletus scheinen vorzüglich pilzsaure Salze zu enthalten.
71) Aepfelsäure (Spiersäure, Vogelbeersäure).	Wie 69), Angeblich $H_{14}C_2O_6$.	Aus dem Safte der Aepfel- oder Vogelbeeren, des Hauslauchs, der Rhabarberblätter und der meisten Beerenfrüchte. Man fällt Vogelbeersaft (der erhitzt eine besondere, weiter zu untersuchende, die Augen sehr angreifende gasige Flüssigkeit entläßt) durch essigsaures

Bleioxyd, wäscht den Niederschlag mit kochendem Wasser aus und läßt dieses erkalten; es schießt äpfelsaures Bleioxyd krystallinisch an. Eine halbe Stunde mit 2,3 Schwefelsäure von 1,09 Eigengew. gekocht, durchgeseihet und mit Hydrothionsäure behandelt, wird das Bley gänzlich abgeschieden und die flüssige Säure frei. Diese bildet zugleich, oder wenig krystallinische Anhäufungen, ist sehr angenehm sauer, nicht flüchtig, zerfließlich, und geht durch weitere Erhitzung in eine sublimirbare, zeigt sehr saure Nadeln bildende, wie es scheint eigenthümlich saure Substanz über, welche essigsaures Bleioxyd nicht zersetzt. Beim Verbrennen riecht sie nach verbranntem Zucker.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
72) Milchsäure. (Unter dem Namen Nanzig'sche Säure, Hefensäure oder Zuminsäure hat Braconnot neuerlich eine der Milchsäure sehr ähnelnde Säure aus sauer gewor-	Wie 69).	Aus den bis auf ein $\frac{1}{8}$ abgedampften, mittelst Scheidung vom Käs und mittelst Kalk von der Phosphors. befreiten, dann mit 3 Wasser verdünnten und durch Oxalsäure vom Kalk gereinigten, hierauf bis zur Honigdicke abgedampften sauren Molken, die man mit Alkohol auszieht, den Auszug darauf mit Wasser verdünnt, durch Abdampfen den Alkohol entfernt, und mit reinem kohlensauren Bley neutralisirt. Falls aus der Bleioxydauflös. Krystalle von essigsaurem Bleyoxyd anschießen, werden diese vollständig entfernt, und dann die Flüßigkeit durch Hydrothionsäure zersetzt. — Farbloser, unkrystallinischer, sehr sauer schmeckender Dicksaft; der mit Wasser und Weingeist einige Wochen hindurch digerirt in Essig übergeht. Das milchsaure Ammoniak, Kali und Natron kommt fast in allen Thiertheilen z. B. im Blut, in der Milch, in den Muskeln, Harn. ꝛc. vor.

denem Reiswasser, und dem sauer gewordenen Runkelrübensaft abgeschieden; sie scheint eine durch Beimischung von einer Spur durch Gährung veränderten Eyweiß abgeänderte, und in diesem Zustande mit Kalk und Bittererde körnige Salze bildende Milchsäure zu sein, die in allen sauer gewordenen Pflanzen- und Thiertheilen, vorzüglich in allem Essige zugegen ist.)

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
73) Ameisensäure. (Ob zum Theil hieher die Raupensäure gehört, ist unentschieden).	Wie 69).	Aus den Ameisen, besonders aus der Formica rufa durch Destillation mit Wasser, klare tropfbare, auch bei Concentration in der Kälte nicht gefrierende (die ihr sonst ähnliche Essigsäure an Sättigungsvermögen übertreffende, etwas weniger als Essig saur schmeckende, stechend sauer riechende, durch Vitriolöl verkohlbare und auch durch Chlor zersetzbare Flüßigkeit.
74) Essigsäure. Holzessigsäu-	H 3 C 4 O 3; nach Anderen H 3 C 2 O 3.	Durch saure Gährung (v. Gewerbskr. I—III.) und durch trockne Destillation fast aller Pflanzen, und vieler Thiertheile; wohin der mit weissem flüchtigen

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
re, Brenzliche Schleimsäure, zoonische Säure; letztere fällt, vermöge Beimischung einer thierischen Materie, salpeters. Bleioxyd u. essigs. Mercuroxydul).		brenzlichen Oele beladene und dadurch fäulnißwidrig wirkende Holzessig gehört (dessen Oelgehalt unter andern auch durch Sättigung mit chlorsauren Kalk zerstört wird; s. a. a. O. und den Anhang zu Jahn's Malzessigbrauerei 2te Aufl. Eisenach 1819) desgleichen die durch trockne Destillation des Zuckers; Gummis rc. gewonnene brenzliche Schleimsäure und die durch trockne Destillation des Fleisches erhaltene zoonische Säure gehört. Im conc. Zustande aus dem mit etwas schwarzem Manganoxyde gemengtem essigsaurem Kalke (oder Kali oder Natron oder Bleioxyd) durch Vitriolöl darstellb. Krystallisirt unter + 13° C. in wasserklaren, meist dendritisch verbundenen, efflorescirenden brennbaren und mit blauer Flamme verbrennenden) Spießen und Blättern (Eisessig), welche bei einer Wärme über + 16° C. schmelzen. Sie

raucht an der Luft, siedet bei 100° C., verflüchtigt sich ohne Zersetzung und riecht und schmeckt durchdringend sauer. Mit dem Wasser sich mischend verdichtet sie sich beträchtlich, und als mäßig gewässerte (z. B. aus Wasser haltigen essigs. Salzen oder mittelst wässriger Säure ausgetrieben) sog. concentrirte Säure, gefrieret sie nicht bei — 20° C.; noch mehr verdünnt läßt sie, der Frostkälte ausgesetzt, Wasser als Eis heraus krystallisiren, während sie flüssig bleibt (ausgefrorner Essig). Die gewöhnlichen Essige enthalten neben etwas Weingeist: Zuminsäure, Aepfelsäure und äpfels. Salzen gewöhnlich auch Weinstein (z. B. der Weinessig) und werden von diesen Beimischungen durch Destillation getrennt (destillirter Essig). Glühende Kohle zersetzt durchstreichende gasige Essigsäure in Wasser, Kohlensäure und Kohlenwasserstoff. Der Holzessig scheint ein Product der Mischung schon erzeugter, durch heftigen Druck sich einender Gase zu sein: Jahn's Malzessigbr. a. a. O. Den verschiedenen früher bereits erwähnten essigs. Salzen fügen wir hier noch die Beschreib. der essigs. Bleioxyde bei: a) neutrales (sog. saures, oder Bleizucker). Fein zertheiltes Bley (oder Bleiasche, oder Glätte) wird dem in Dampf gewandelten (oder dem schon destillirten) Essige preisgegeben und unter Zusatz von etwas dest. Essig krystallisirt; glänzende durchscheinende 4seitige und 6seitige, mit 2 Flächen zugeschärfte, süß zusammenziehend schmeckende, Lakmus nicht röthende auch in Weingeist lösliche Säulen; b) Drittelessigsaures. 1 Bleizucker wird mit 1,5 Glätte und Wasser gekocht, in einer Retorte (unter Abhaltung der Luft) eingedickt, oder mit Weingeist gemischt, wo dann das trockne Salz als weißes Pulver zu Boden fällt, das mit Wasser in weißen undurchsichtigen Blättern krystallisirt, Veilchensaft grünt, Curcuma bräunt und weniger süß als das neutrale schmeckt; c) Sechstelessigsaures (sog. basisches essigs. Oxyd) durch Sieden der Drittelessigs. Flüssigkeit mit 1,5 Glätte, oder durch Zerseß. der letztgenannten Flüssigkeit mit überschüssig zugefügtem Ammoniak. Dem Bleiweiß ähnelnde, sehr schwerlösliche Salzmasse. — Löst man Eisenoxyd (oder Eisen beim Zutritt der Luft) in Essigsäure (oder in Essig) auf, so erhält man das unkrystallinische, rothbraune, flüssige essigs. Eisenoxyd (das minder rein unter andern zum Schwärzen des lohgaren Leders gebraucht wird).

Namen des Alkaloids	Darstellung.	Allgemeines Verhalten.	Verhalten zu den Säuren.
	gefällt, ausgesüßt und wiederhohlt in siedendem Alkohol gelöst und krystallisirt.		
3) Picrotoxin	Aus der äußern Haut der Kokelskörner. Durch Digestion der wässrigen Auszüge mit gebrannter Bittererde, und des Niederschlags mit siedendem Alkohol.	Krystallisirt in 4seitigen Prismen, von sehr bitterem Geschmack und sehr giftiger Wirkung. Erleidet, mit fetten Oelen erhitzt, nach vor deren Wallen Zersetzung, ist in heißem Wasser etwas, in Alkohol leichter löslich; die Lösung reagirt nicht alkalisch. Bestandtheile wie Strichnin.	Mit der Schwefelsäure vereint sich das Picrotoxin zum schwerlöslichen, mit der Essigsäure zum leichtlöslichen Salze. Salzsäure löst es nicht auf, kalte Salpetersäure hingegen nimmt es mit grüngelblicher Farbe in sich auf.
4) Delphinin.	Aus den Stephanskörnern, wie Strichnin. Erscheint in kleinen schwer krystallisirenden Körnchen (Octaedern?) und unregelmäßigen Flocken, die für sich erhitzt bald verkohlen.	In heißem Wasser sehr schwerlöslich, etwas löslicher in siedend. Alkohol und Aether, leichtlöslich in Terpentinöl. Besitzt weder Geschmack noch Geruch, reagirt schwach alkalisch und ist luftbeständig. Mit Oel erhitzt entbindet es einen scharfen betäubenden Geruch.	Salzsäure, Salpetersäure und Essigsäure bilden damit neutrale, leicht lösliche, schwer krystallisirende, brennend bitter schmeckende Salze. Das Kosten dieser Salze bewirkt Betäubung und anhaltendes Zucken in den Gesichtsmuskeln.
5) Daphnin (Vauquelin.)	Aus der Rinde der Daphne Alpina und verschiedener anderer Seidelbastarten, auf bei 3) bemerkte Weise oder auch durch Extraction mit Weingeist, Fällung des Harzes	In Wasser und Alkohol ziemlich löslich, aus den Lösungen in graulich glänzenden Blättchen krystallisirend, gegen Pigmente alkalisch reagirend.	Die Säuren bilden Verbindungen, von denen die der Essigsäure leichtlöslich sind; diese Salze sind, gleich ihrer Basis, sehr bitter.

Namen des Alkaloids	Darstellung.	Allgemeines Verhalten.	Verhalten zu den Säuren.
	mit Wasser, Abdunstung des wässrig flüssigen und Ausziehung desselben mit Alkohol. (Schmelzbare und leicht verkohlende Schüppchen gewährend).		
(6) Daturin (Stramonin.)	Aus dem apfelsauren Daturin der Saamen des Stechapfels; wie bei 3).	Im Wasser fast unlöslich, etwas löslicher in Alkohol, daraus in 4seitigen, prismatisch-büschelförmigen Krystallen anschließend.	Während das (heftig betäubend wirkende) Daturin geschmacklos geruchlos ist, besitzen die Salze einen kaum bitteren, salzigen Geschmack.
7) Atropin (Belladonin).	Aus der Belladonna; wie bei 3). (Wirkt auf die Pupille der Augen der Säugthiere und der Menschen erweiternd.	In Wasser schwerlöslich, von sehr bitterem Geschmack, in siedendem Alkohol leichtlöslich, daraus in blendend weißen Spießen anschließend.	Die neutralen und ziemlich leichtlöslichen Salze, wirken, gleich ihrer Grundlage, schon in kleinen Mengen sehr betäubend.
8) Alkaloid der unächten Angusturarinde	Wie bei 5). Das in Wasser schwer, in Alkohol leichtlösliche Alkaloid, wird durch Krystallisation geschieden.	Krystallinisch, in der Hitze zerstörbar, sehr giftig.	Bildet mit Salpetersäure ein zerfließliches Salz, welches durch salzsaures Zinnoxydul violett wird.
9) Sabadillin.	Aus dem Sabadillsaamen; wie bei 5). Wird aus der geistigen Lösung in verworrenen Krystallen ausgeschieden, welche vom Wasser kaum aufgenommen werden.	Bei mäßiger Hitze zerstörbar; von sehr brennendem Geschmack.	Neutralisirt sich fast mit allen Säuren.

Namen des Alkaloids	Darstellung.	Allgemeines Verhalten.	Verhalten zu den Säuren.
10) Hyoscyamin (Bilsenalkali)	Aus dem Bilsenkraut, wie bei 5); löslich wie 9.	Krystallisirbar, von scharfem Geschmack und betäubender Wirkung.	Durch Säuren neutralisirbar.
11) Aconitin	Aus dem Eisenhütlein Aconitum neomontan., tauric., Napellus etc.) wie bei 5); löslich wie 10.	Krystallisirbar, von geringem widrigen Geschmack.	Wie 10.
12) Cicutin (Schierlings-Alkali.)	Aus dem Schierling; wie 11.	Krystallisirbar, von geringem Geschmack u. widrigem Geruch.	Wie 10.) *)

b) Thierische.

Namen des Alkaloids	Darstellung.	Allgemeines Verhalten.	Verhalten zu den Säuren.
13) Gallenstoff.	Mittelst verdünnter Schwefelsäure fällt man zuvörderst den gelben Schleim der Ochsengalle, erwärmt dann die übrige Galle mit mehr Schwefels. gießt die Flüßigkeit von dem entstandenen harzigen Nieder-	Grün oder grünlichgelb, der getrockneten Rindsgalle dem Ansehen nach ähnelnd; sehr bitter, hintennach süßlich, leichtlöslich in Wasser u. Weingeist; unlöslich in Aether.	Neutralisirt Schwefelsäure, Salzs. und Salpeters. [illegible] damit [illegible] säure, dem grünen [illegible] der Pflanzen ähnelnde, in [illegible] schwer- in Alkalien haltigem [illegible] desgleichen in Weingeist leichtlösliche, Salze gebend. Auch die Verbindungen mit Phosphorsäure und Essigsäure sind leichtlöslich; jene mit Weinsäure [illegible] schwerlöslich.

*) Auch aus den Morcheln hat man das Morchelin und aus der Lactuca hat man ein dem Morphium ähnelndes (das Lactucin) Alkaloid geschieden, und es steht zu erwarten, daß man dergleichen noch in größer Zahl besonders aus narkotischen und scharfen Pflanzen scheiden wird. — Unter den übrigen Bildungstheilen neutralisiren einige ebenfalls Säuren vollkommen, z. B. das Eyweiß.

Namen des Alkaloids	Darstellung.	Allgemeines Verhalten.	Verhalten zu den Säuren.
	schlage ab, und zersetzt diesen harzähnlichen Schwefel. Gallenstoff durch Baryt.		
14) Harnstoff.	Am reichlichsten im Löwen- Tieger- u. Katzenharn; minder reichlich im Menschenharn; durch Ausziehung des langsamen und ohne Luftzutritt abgedunsteten u. fast eingetrockneten frischgelassenen Harns mit 24fachen Weingeist, Eindunstung, und wiederholte Lösung und Krystallisation darstellbar.	Durchsichtige, farblose, (nach der Reinigung mit etwas Kohle) gelblich weiße 4f. Säulen und Blätter, von kühlend scharfem Geschmack und nur erhitzt widrig harnartig riechend. Sich im offenen Feuer ohne Rückstand mit Ammoniak-Entbindung verflüchtigend. Zerfließlich. Die Krystallform einiger Salze ändernd; S. 489.	Mit der verdünnten Schwefelsäure einbar; mit der verd. Salpetersäure weiße, glänzende, sehr saure Schuppen bildend, die durch Erhitzung in kohlensaures Ammoniak übergehen. Auflösungen schwerer Metalle nicht fällend (?).
15) Blasenoxyd.	Von Wollaston bis jetzt nur in 2 Harnsteinen aufgefunden; Schweigger's Journ. IV. 193.	Gelblichglänzend durchscheinende, verworren krystallinische in Kali lösliche Masse; daraus durch heiße Essigsäure in 6seitigen Blättchen krystallisirend. In Wasser kaum, in Weingeist nicht löslich.	Schießt mit Phosphorsäure, Schwefel-, Salz- und Salpetersäure in (im Wasser löslichen) divergirenden Nadeln an, bildet mit Ammoniak, Kali und Natron kohlensaure Doppelsalze, eint sich mit Oxalsäure, aber nicht unmittelbar mit wässriger Zitronen-, Wein- und Essigsäure.

IV. Uebersicht der Säuren (die schon beschriebenen namentlich aufgeführt enthaltend).

A) Mit einfachem Säurer.

a) Mit einfacher Grundlage.

α) Sauerstoffsäuren.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
1) Salpetersäure.	1 Vol. Stikgas und $2\frac{1}{2}$ V. Sauerstoffgas (nebst 1 V. Wassergas), A O 5.	Farblose, weiße, tropfbare. Durch Licht, Electricität und durch Erhitzung zersetzbare, höchst ätzende, die Haut gelbzerfressende, gegen 51 Säure 4,5 Wasser enthaltende, bei heftigster Kälte krystallisirbare, flüchtige, mit 2 Ath. Wasser verdünnt das sog. Scheidewasser (Aqua fortis) darstellende starke Säure.
2) Salpetrichte Salpetersäure (rauchende Salpetersäure.	Entsteht durch Zusammenwirkung von Salpetergas u. Salpetersäure. A O 4	Goldgelb, bei Luftberührung rauchend; im Uebrigen wie 1). Wird durch Destillation in salpetrichte Säure und farblose (zurück bleibende) Salpetersäure zersetzbar.
3) Salpetrichte Säure.	13,5 Stickstoff gegen 22,5 Sauerstoff (und mehr oder weniger Wasser). A O 3	Feuerrother Dunst, von höchst widrigem Scheidewassergeruch; in der Kälte zur feuerrothen tropfbaren Flüßigkeit verdichtbar. Wird vom Wasser schnell verschluckt, dasselbe gelb, grün oder blau färbend.
4) Gasige Azotoxydsäure (Salpetergas).	1 Vol. Stickgas mit 1 V. Sauerstoffgas. A O 2	Vergl. S. 416. Wird von einer wässrigen Lösung des grünen schwefelsauren und salzs. Eisenoxyduls schnell verschluckt, dieselbe bräunend; 2 Vol. Salpetergas verschlucken 1 Vol. Sauerstoffgas, damit orangen Dunst bildend.
5) Gasige Azotoxydulsäure (Stickstoffoxydul; oxydirtes Stickgas; s. S. 416.	13,5 Stickstoff gegen 7,5 Sauerstoff. A O 1	Farblos, respirabel, schwach angenehm riechend, süßlich schmeckend, aus seinen Verbindungen mit Alkalien durch die schwächsten Säuren entbindbar.
6) Kohlensäure (Demantsäure, Luftsäure, Kreidensäure, fixe Luft; s. S. 409.	Aus 2 Sauerstoff u. 0,750 Kohlenstoff; nach Anderen aus 11,4 Gew. Th. Kohlenst. und 30 Sauerstoff.	Gasig, von kaltem Wasser leicht verschluckbar (im Brunnenwasser und in den meisten Mineralwässern theils an Wasser, theils an darin gelöste Basen gebunden vorkommend; s. II. Uebers. N. 8.). Von stechendem Geruch und prickelndem Geschmack. Lakmus röthend. Aus gährendem Malzabsud, aus mit verdünnter Schwefelsäure behandelter Kreide, oder kohlens. Bittererde leicht darstellbar; v. Gewerbsfr. II. u. III. Durch weißglühende Kohle in gasförmiges (die Hälfte Sauerstoff haltendes) brennbares Kohlenoxyd wandelbar.

7) 8) 9) und 10) die vier S. 412 erwähnten Chlorsäuren. 11) Oxyjodsäure s. S. 413. 12) Boronsäure s. S. 414. 13) Phosphorsäure u. 14) phosphorichte Säure s. S. 411. 15) Schwefelsäure u. 16) schweflichte Säure s. S. 410. 17) mittlere oder schweflichte Schwefelsäure (durch Auflösen der schweflichten Säure in Schwefelsäure entstehende; rauchende, in der Kälte leicht krystallisirbare Flüssigkeit) 18) Selensäure (und selenichte Säure) S. 411—12; 19) Siliciumsäure S. 419; 20) Aluminsäure oder Alaunerde; S. 420; 21) Tantalsäure, S. 425; 22) Chromsäure, S. 426; 23) Titansäure, S. 427; 24) Uransäure, S. 428; 25) Scheelsäure, S. 429; 26) Molybdän- und 27) molybdänichte Säure, S. 430; 28) Mangansäure, S. 431; 29) Tellursäure, S. 432; 30) Arsenik- und 31) arsenichte Säure, S. 433; 32 Stibium- u. 33) stibichte Säure, S. 435; 34) Zinksäure, S. 450; 35) Zinn- und 36) zinnichte Säure, S. 452; 37) Bleisäure, S. 456; 38) Kupfersäure, S. 460; 39) Merkursäure, S. 465; 40) Silbersäure, S. 470; 41) Goldsäure, S. 480; 42) Platinsäure, S. 478; 43) Rhodiumsäure, S. 474; 44) Iridiumsäure, S. 477; 45) Osmiumsäure, S. 476. 46) Palladiumsäure? a. a. O.

β) Kohlenstoffsäuren.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
47) Kohlenstickstoffsäure (Cyan, Cyanogen, Blaustoff; vergl. S. 415 u. S. 468.).	2 Anth. C gegen 1 O A; s. S. 63. Nach Anderen aus 1 C gegen 1 A; oder aus 11,4 Kohlenstoff und 13,5 Stickstoff.	Aus dem trocknen Blaustoff Merkur durch Erhitzung (S. 467). Brennbar, gasig, von widrig durchdringendem Geruch. Wasser saugt davon das Dreifache seines Volums ein; damit eine tropfbare; (vielleicht nur bei anwesender Kohlensäure:) Lakmus röthende, farblose Flüssigkeit bildend. Mehrere Salzbasen saugen das Gas ein, damit basische Kohlenstickstoffsaure Salze oder sog. Cyanoide und Cyanoidule bildend.

λ) Hesphorsäuren

48) Flußsäure.	Hesphor 2,250 gegen 1 Wasserstoff.	Vergl. S. 414.

49) Hesphorsiliciumsäure; S. 414 und 50) Hesphorboronsäure a. a. O.

δ) Chlorsäuren.

51) Salzsäure; S. 412—413; 52) Phosgensäure, S. 413; 53) Chlorphosphorsäure, a. a. O.; 54) Chlorschwefelsäure, a. a. O.; 55) Chlorjodsäure, S. 413—414.

ε) Jodsäuren.

56) Hydrojodinsäure und 57) Jodphosphorsäure; S. 413—414.

ζ) Schwefel- oder Schwefelungssäuren.

58) Hydrothionsäure, S. 410. und S. 62. (Entzieht man wässriger Hydrothionsäure durch Metall fortdauernd den Schwefel, während man der kalten Flüssigkeit stets neues Schwefelwasserstoffgas zuführt, so erhält man Wasserstoff-Wasser. 59) Schwefelkohlenstoffsäure, S. 411 (eint sich mit mehreren Salzbasen zu salzartigen Gemischen).

γ) Phosphor- oder Phosphorungssäuren.

60) Hydrophosphorsäure (mit Alkalien einbar; sonst kaum Säure zu nennen), (oder Phosphor-Wasserstoffsäure).

ϑ) Selensäuren.

61) Hydroselensäure (Selenwasserstoffsäure) S. 412.

ι) Tellursäuren.

62) Hydrotellursäure, S. 433. 63) Wasserstoffhydrotellursäure.

b) Mit zweifacher Grundlage.

α) Sauerstoffsäuren.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
64) Oxalsäure (Zuckersäure, Kleesäure, Kohsige Säure).	$HC_{12}O_{18}$; nach Döbereiner CHO. 4	In verschiedenen Gewächsen, vorzüglich in den Arten der Gattung Oxalis, Rumex als saures oxalſ. Kali, in den Haaren des Cicer arieten. als freie Säure, in einigen Wurzeln z. B. in der Rhabarber als oxal. Kalk, desgleichen als oxalſ. Kalk in einigen Blasensteinen vorkommend; sich durch Erhitzung von 1 Zucker

mit 6 gew. Th. mäßig starker Salpetersäure, unter Entwickelung von Salpetergas, Kohlensäure und Blaustoff als tropfbare Flüßigkeit erzeugend, welche die Oxalsäure in glänzenden, bei der Lösung in Wasser knitternden, erhitzt zum Theil sublimirbaren (Theils zersetzt werdenden) durchsichtigen, rechtwinkligen und geschobenen, oftmals gedrückten 4seitigen, mit 2 Flächen zugeschärften Säulen und Nadeln entläßt. Diese ist stark sauer, tödtet zu 1 Loth genommen, geruchlos und in 2 kaltem und 1 sied. Wasser, in Alkohol, Aether, flüchtigen und fetten Oelen löslich. Mit dem Merkuroxydul und mit dem Merkuroxyd bildet sie weiße, pulvrige, durch Hitze oder Schlag stark verpuffende Salze (Howards Ammoniak haltiges Knallquecksilber?) eine ähnliche Verbindung geht sie mit Silberoxyd ein (Dulong's Ammoniak haltiges Knallsilber). Röthet Lakmus stark.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
65) Zitronensäure.	$H_2C_4O_4$; nach Anderen $H_2C_2O_4$.	In mehreren sauren Frucht- und Beerensäften, besonders in den Zitronen (S. 491.); mit Kali verbunden im Aconit. Lycoctonum. Farblose geschobene, 4seitige, 4flächich zugespitzte Säulen. Geruchlos, Lakmus stark röthend, sehr sauer schmeckend, in 0,75 kalten und 0,5 heißem Wasser löslich; mit Weingeist digerirt in Essig übergehend, salzsaures Kali nicht zersetzend.
66) Weinsäure. (Weinsteinsäure).	$H_2C_4O_5$; nach And. $H_2C_2O_6$.	Vorzüglich aus dem Weinstein gewinnbar (S. 491.) in mehreren sauren Pflanzensäften heimisch. Durchscheinende, weiße, feste 4seitige Tafeln; Säulen und Nadeln bildend; stark sauer, bei 120 C. zur

wasserhellen Flüssigkeit schmelzend, bei der trocknen Destillat. unter andern brenzliche Weinsteinsäure erzeugend. In Weingeist löslich, mit demselben durch lange Wärmung Essig bildend. Lakmus stark röthend. Mit Kali und Eisenoxyd (durch langes Digeriren von 1 Eisenfeil und 4 Weinstein unter Luftberührung) weinf. Eisenoxydkali (Stahlweinstein und Stahlkugeln) bildend; salzs. Kali zersetzend.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
67) Bernsteinsäure (Succinsäure). Bernsteinsalz.	$H_2 C_2 O_3$.	Bildet sich bei der trocknen Destillation des Bernsteins, desgleichen im gährenden Honig. Durch gelind wärmendes Sublimiren vom beigemengten Oele vollkommen befreibar; sonst auch durch widerholtes Lösen, Durchseiben und Krystallisiren. Weiße, durchscheinende, luftbeständige, schmelzbare und sublimirbare, sauer u. warm schmeckende, geruchlose 3seitige Säulen u. Blätter, deren wässrige Lös. Lakmus aber nicht Veilchensaft röthet. Die bernsteins. Alkalien (z. B. bernsteins. Natron) fällen neutrales salzs. Eisenoxyd blaß bräunlichroth, beim Trocknen dunkelbraunroth werdend. 100 Th. trocknes Salz enthalten 38,5 Eisenoxyd.
68) Honigsteinsäure.	$H_4 C_9 O_6$ (?)	Im Honigstein mit 16 proc. Thonerde und 38 proc. Wasser verbunden, durch siedend Wasser scheidbar. In büschelförmig gehäuften, sehr glänzenden gelblichen Nadeln anschießend. Geruchlos, süßlich sauer, hintennach etwas bitter schmeckend. Im Wasser wenig löslich; in der Hitze zersetzbar ohne sich zu sublimiren.
69) Schwammsäure.	Gesäuerter Kohlenwasserstoff, von noch unbekanntem Mischungsverhältniß.	Im Boletus pseudoigniarius Decand. als im Weingeist unlösliches schwammsaures Kali, welches durch salpeters. Bleioxyd zersetzt schwamms. Bleioxyd fallen läßt; dieses durch Hydrothionsäure zersetzt liefert die durch Sublimation in gedrückten 4seitigen, schief abgestumpften Nadeln, aus der wässrigen Lösung in, zwischen den Zähnen krachenden Säulen anschießende, Lakmus stark röthende, wie Weinstein schmeckende Säure.
70) Pilzsäure (Fungin-säure).	Wie 69).	Aus dem Bolet. juglandis, wie die Schwammsäure geschieden, bildet sie eine farblose, unkrystallinische, sehr saure Flüssigkeit, welche die Feuchte der Luft anzieht und das essigsaure Bleioxyd in Gestalt des gefällten Hornbley's niederschlägt. Die Gattungen Peziza, Hydnum, Phallus, Merulius u. Boletus scheinen vorzüglich pilzsaure Salze zu enthalten.
71) Aepfelsäure (Spiersäure, Vogelbeersäure).	Wie 69). Angeblich $H_{14} C_2 O_6$.	Aus dem Safte der Aepfel- oder Vogelbeeren, des Hauslauchs, der Rhabarberblätter und der meisten Beerenfrüchte. Man fällt Vogelbeersaft (der erhitzt eine besondere, weiter zu untersuchende, die Augen sehr angreiffende gasige Flüssigkeit entläßt) durch essigsaures

Bleioxyd, wäscht den Niederschlag mit kochendem Wasser aus und läßt dieses erkalten; es schießt äpfelsaures Bleioxyd krystallinisch an. Eine halbe Stunde mit 2,3 Schwefelsäure von 1,09 Eigengew. gekocht, durchgeseihet und mit Hydrothionsäure behandelt, wird das Bley gänzlich abgeschieden und die flüssige Säure frei. Diese bildet kuglich- oder warzig krystallinische Anhäufungen, ist sehr angenehm sauer, nicht flüchtig, zerfließlich, und geht durch weitere Erhitzung in eine sublimirbare, weiße sehr saure Nadeln bildende, wie es scheint eigenthümlich saure Substanz über, welche essigsaures Bleioxyd nicht zersetzt. Beim Verbrennen riecht sie nach verbranntem Zucker.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
72) Milchsäure. (Unter dem Namen Nanzig'sche Säure, Hefensäure oder Zuminsäure hat Braconnot neuerlich eine der Milchsäure sehr ähnelnde Säure aus sauer gewordenem Reiswasser, und dem sauer gewordenen Runkelrübensaft abgeschieden; sie scheint eine durch Beimischung von einer Spur durch Gährung verändertes Eyweiß abgeänderte, und in diesem Zustande mit Kalk und Bittererde körnige Salze bildende Milchsäure zu sein, die in allen sauer gewordenen Pflanzen- und Thiertheilen, vorzüglich im allem Essige zugegen ist.)	Wie 69).	Aus den bis auf ein $\frac{1}{8}$ abgedampften, mittelst Seihung vom Käs und mittelst Kalk von der Phosphors. befreiten, dann mit 3 Wasser verdünnten und durch Oxalsäure vom Kalk gereinigten, hierauf bis zur Honigdicke abgedampften sauren Molken, die man nun mit Alkohol auszieht, den Auszug darauf mit Wasser verdünnt, durch Abdampfen den Alkohol entfernt, und mit reinem kohlensauren Bley neutralisirt. Falls aus der Bleioxydauflös. Krystalle von essigsaurem Bleyoxyd anschießen, werden diese vollständig entfernt, und dann die Flüßigkeit durch Hydrothionsäure zersetzt. — Farbloser, unkrystallinischer, sehr sauer schmeckender Dicksaft; der mit Wasser und Weingeist einige Wochen hindurch digerirt in Essig übergeht. Das milchsaure Ammoniak, Kali und Natron kommt fast in allen Thiertheilen z. B. im Blut, in der Milch, in den Muskeln, Harn. rc. vor.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
73) Ameisensäure. (Ob zum Theil hieher die Raupensäure gehört, ist unentschieden).	Wie 69).	Aus den Ameisen, besonders aus der Formica rufa durch Destillation mit Wasser, klare tropfbare, auch bei Concentration in der Kälte nicht gefrierende (die ihr sonst ähnliche Essigsäure an Sättigungsvermögen übertreffende, etwas weniger als Essig saur schmeckende, stechend sauer riechende, durch Vitriolöl verkohlbare und auch durch Chlor zersetzbare Flüßigkeit.
74) Essigsäure. Holzessigsäu-	$H_3 C_4 O_3$; nach Anderen $H_3 C_2 O_3$.	Durch saure Gährung (v. Gewerbskr. I—XII.) und durch trockne Destillation fast aller Pflanzen, und vieler Thiertheile; wobin der mit weißem flüchtigen

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
re, Brenzliche Schleimsäure, zoonische Säure; letztere fällt, vermöge Beimischung einer thierischen Materie, salpeters. Bleioxyd u. essigs. Merkuroxydul).		brenzlichen Oele beladene und dadurch fäulnißwidrig wirkende Holzessig gehört (dessen Oelgehalt unter andern auch durch Sättigung mit chlorsauren Kalk zerstört wird; s. a. a. O. und den Anhang zu Jahn's Malzessigbrauerei 2te Aufl. Eisenach 1819) desgleichen die durch trockne Destillation des Zuckers; Gummis rc. gewonnene brenzliche Schleimsäure und die durch trockne Destillation des Fleisches erhaltene zoonische Säure gehört. Im conc. Zustande aus dem mit etwas schwarzem Manganoxyde gemengtem essigsaurem Kalke (oder Kali oder Natron oder Bleioxyd) durch Vitriolöl darstellb. Krystallisirt unter + 13° C. in wasserklaren, meist dendritisch verbundenen, efflorescirenden (brennbaren und mit blauer Flamme verbrennenden) Spießen und Blättern (Eisessig), welche bei einer Wärme über + 16° C. schmelzen. Sie

raucht an der Luft, siedet vor 100° C., verflüchtigt sich ohne Zersetzung und riecht und schmeckt durchdringend sauer. Mit dem Wasser sich mischend verdichtet sie sich beträchtlich; und als mäßig gewässerte (z. B. aus Wasser haltigen essigs. Salzen oder mittelst wässriger Säure ausgetrieben) sog. concentrirte Säure, gefrieert sie nicht bei — 20° C.; noch mehr verdünnt läßt sie, der Frostkälte ausgesetzt, Wasser als Eis heraus krystallisiren, während sie flüssig bleibt (ausgefrorner Essig). Die gewöhnlichen Essige enthalten neben etwas Weingeist: Zuminsäure, Aepfelsäure, und apfels. Salzen gewöhnlich auch Weinstein (z. B. der Weinessig) und werden von diesen Beimischungen durch Destillation getrennt (destillirter Essig). Glühende Kohle zersetzt durchstreichende gasige Essigsäure in Wasser, Kohlensäure und Kohlenwasserstoff. Der Holzessig scheint ein Product der Mischung schon erzeugter, durch heftigen Druck sich einender Gase zu sein: Jahn's Malzessigbr. a. a. O. Den verschiedenen früher bereits erwähnten essigs. Salzen fügen wir hier noch die Beschreib. der essigs. Bleioxyde bei: a) neutrales (sog. saures, oder Bleizucker). Fein zertheiltes Bley (oder Bleiasche, oder Glätte) wird dem in Dampf gewandelten (oder dem schon destillirten) Essige preisgegeben und unter Zusatz von etwas dest. Essig krystallisirt; glänzende durchscheinende 4seitige und 6seitige, mit 2 Flächen zugeschärfte, süß zusammenziehend schmeckende, Lakmus nicht röthende auch in Weingeist lösliche Säulen; b) Drittelessigsaures. 1 Bleizucker wird mit 1,5 Glätte und Wasser gekocht, in einer Retorte (unter Abhaltung der Luft) eingedickt, oder mit Weingeist gemischt, wo dann das trockne Salz als weißes Pulver zu Boden fällt, das mit Wasser in weißen undurchsichtigen Blättern krystallisirt, Veilchensaft grünt, Curcuma bräunt und weniger süß als das neutrale schmeckt; c) Sechstelessigsaures (sog. basisches essigs. Oxyd) durch Sieden der Drittelessigs. Flüssigkeit mit 1,5 Glätte, oder durch Zersetz. der letztgenannten Flüssigkeit mit überschüssig zugefügtem Ammoniak. Dem Bleiweiß ähnelnde, sehr schwerlösliche Salzmasse. — Löst man Eisenoxyd (oder Eisen beim Zutritt der Luft) in Essigsäure (oder in Essig) auf, so erhält man das unkrystallinische, rothbraune, flüssige essigs. Eisenoxyd (das minder rein unter andern zum Schwärzen des lohgaren Leders gebraucht wird).

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
75) Aethersäure (Lampensäure).	$H_6C_4O_3$.	Läßt man Weingeist- oder Aetherdampf von glühendem Platindrath berührt werden, wie dieses z. B. bei der Lampe ohne Flamme der Fall ist, so bildet sich Wasser und eine eigenthümliche flüssige, brenzlich riechende, die Augen stark reizende, schwach saure, Lakmus röthende Säure, deren neutrale Alkalisalze aufgelöstes Kupfer, Merkur, Silber rc. unmetallisch fällen.
76) Maulbeerholzsäure.	Wie 69).	Aus dem auf der Rinde des weißen Maulbeerbaums vorkommenden maulbeerholzsaurem Kalke. Dieser wird durch essigsaures Bley zersetzt, das erhaltene maulbeerholzs. Bley mit verdünnter Schwefelsäure behandelt und die dadurch freigemachte Säure krystallinisch geschieden. Sie bildet holzfarbene zarte Nadeln, welche der Bernsteinsäure sehr ähneln, und vielleicht mit derselben gänzlich übereinstimmen.
77) Chinasäure.	Wie 69).	Der kalte wässrige Auszug der gepulv. Chinarinde (das sog. kaltbereitete Extract) wird eingetrocknet, mit Alkohol bis zu dessen Farbloßbleiben ausgewaschen, wieder in Wasser gelöst und daraus chinasaurer Kalk krystallisiert; dieser durch soviel Oxalsäure zersetzt, als zur Neutralisation des Kalks hinreicht, entläßt die schwürig in Blättchen krystallisirende, sehr sauer schmeckende (bei anwesendem, bräunendem Chinastoffe bittere) schmelzbare, bei stärkerer Hitze leicht zersetzliche, in Wasser sehr lösliche Chinasäure.

*) Noch gehören hieher folgende zweifelhafte Säuren; a) die Lacksäure aus einer weißen, in Ostindien angeblich einer Schildlausart zur Decke dienenden, eßbaren Substanz, welche geschmolzen ausschwitzend die in Nadeln anschießende Säure hinterläßt; b) die Rhabarstängelsäure; in Nadeln krystallisirend, vielleicht Zitronensäure und Aepfelsäure haltende Oxalsäure? c) die Säure der Phytolacca decandra; Kalkwasser fällend und nur dadurch von der Aepfelsäure abweichend; d) Feldahornsäure, mit Kalk in Acer campestre vorkommend; wohl nur Aepfelsäure. e) Seidenraupen- Heuschrecken- Maikäfer- Stinkkäfer- Maiwürmer- rc. Säure; s. Nrq. 73; f) Ingwersäure, durch Beh[illegible]g des weißen Ingwers mit Salpetersäure; weißer Seide ähnelnde Fäden und mit Baryt und Kalk lösliche Salze bildend, bei 100° C weder flüchtig noch schmelzbar, leichtlöslich; g) Säure des Harzes aus Botany-Bay (angebl. v. der Acarois resenifera) h) Igasuriksäure; s. S. 493.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
78) Schwefelstickstoffsäure (Schwefelsaures Salpetergas).	SAO_4	Aus der Vereinigung des wässrigen schwefelichtsauren Gases mit dem Salpetergase. Weiße, feste körnige, schmelzbare, an der Luft rauchende Säure, welche mit Sauerstoff (z. B. der atmosphärischen Luft bei der Bereit. der Schwefelsäure durch Verbrennen des Schwefel mit Salpeter) in schwefelsaures Salpetergas und in schwefelsaure salpetrichte

Säure übergeht. Letztere erhält man auch dadurch, daß man das wasserfreie schwefelsaure Gas des Nordhäuser Vitriolöls in rauchende Salpetersäure leitet; beide letztere scheiden durch Wasser Schwefelsäure aus.

*) Nach Thenard lösen 6 Litre Stikgas unter schwacher Leuchtung 0,05 Gramm Phosphor auf, wobei das erstere $^1/_{40}$ an Umfang gewinnt. Dieses phosphorhaltige Stikgas leuchtet bei einer Temperatur, welche weit niedriger ist, als jene, welche der Phosphor bedarf um in reinem Sauerstoffgase zu verbrennen (weshalb auch Phosphor in atmosphärischer Luft leuchtet, während er in kaltem Sauerstoffgase dunkel bleibt) und bildet leuchtend phosphorichte Säure (S. 431) die vielleicht etwas Stikstoff enthält.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
79) Oxycyansäure (Oxydirter Blaustoff od. oxyd. Blausäure.)	Wie 69).	Erzeugt sich bei Berührung eines Hyperoxyd durch wässrige Cyanlösung; das mit entstehende Ammoniak bildet damit ein Eisenoxyd auflös. grün fällendes Salz.

β) Kohlenstoffsäuren.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
80) Amaisäure (Schaafwassersäure; amniotische Säure).	Kohlenstoffsaurer Stickstoff-Wasserstoff.	Von Vauquelin u. Buniva im Schaafwasser der Kühe entdeckt, aber darin von Anderen nicht wieder gefunden. Durch Abdampfen des Schaafwassers in geruchlosen, säuerlichen Lakmus röthenden, wasserklaren, glänzenden Nadeln anschießend; erhitzt in Blausäure, Ammoniak und Thierkohle zerfallend.

*) Mengt man gleiche Maaße Chlorgas und ölzeugendes Gas (S. 62) über Wasser, so einen sich beide allmählig zu einem gelbgrauen, dicklichen, an der Luft gelbenden, stechend angenehm riechenden und dem Wasser einen ähnlichen Geschmack mittheilenden Oele, dessen wässrige Lösung gegen Alkalien einigermaaßen abstumpfend wirkt und vielleicht als mit zweifacher Grundlage versehene Halogenige Säure (oder als Chlorsaurer Kohlenwasserstoff) zu betrachten ist? — Eine hieher gehörende Säure scheint auch der brennende und dann im Chlorgase erloschene Schwefelkohlenstoff darzustellen, indem er in eine pomeranzengelbe, sehr widrig riechende Masse übergeht?

c) Mit mehrfacher Grundlage.

α) Sauerstoffsäuren.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
81) Harnsäure (Blasensteinsäure).	$AC_2H_3O_1$. nach Anderen $C_3A_3H_9O_3$.	Aus dem Bodensatz des Harns, aus den helzähnelnden Blasensteinen (aus den Excrementen einiger Wasservögel, und einiger Amphibien z. B. der Boa constrictor; desgleichen aus dem sog. mineralischen, in Peru unter der Benennung Guano bekannten Vogeldünger) durch Auflösen in warmer Kalilauge, Fällung

mit Salzsäure; Digestion des Niederschlags mit wässr. kohlens. Ammoniak (zur Entfern. des Schleims) Auswaschung und Trocknung in weißen, geschmack- und geruchlosen, schwerlöslichen Schuppen, die sich (unter Zersetzung) in mäßig verdünnter Salpetersäure röthlichbraun auflösen. Befleckt man die Haut mit dieser Auflösung, so erscheint sie nach einer halben Stunde scharlachroth. Mit Ammoniak vereint findet sich die Harnsäure in einigen Blasensteinen; mit Natron in gichtischen Concretionen. — Im Weingeist ist sie unlöslich.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
82) Rosige Säure (Rosenfarbne Säure).	Wie 69).	Nach einigen eine besondere Art harnsauren Ammoniaks (?). Aus dem Bodensatze des kritischen Harns der nach hitzigen Fiebern, Wechselfieberparoxismen und Gichtanfällen entlaßen wird; man wäscht ihn mit Wasser aus und entzieht ihm die Säure mittelst Alkohol, der sie leicht löst. Sie stellt dann ein scharlachrothes kaum schmeckbares, Lakmus röthendes, in verdünnter Schwefelsäure mit schön rother Farbe auflösliches, durch schweflichte Säure carminrothes Pulver dar, das bei Behandlung mit Vitriolöl und Waßer Harnsäure entläßt, und mit Alkalien gelbliche Salze bildet.
83) Purpursäure.	$A_2 C_2 H_4 O_4$.	Durch Behandl. der Harnsäure mit Salpetersäure (N. 81) oder mit Chor, oder mit Jod; mit Alkalien purpurrothe Salze bildend.
84) Chlorschwefelkohlensäure.	$S_2 C_1 Ch_2 O_2$.	Schwefelkohlenstoff wird lange Zeit bei 21° C. mit einem Gemische von rauchender Salpetersäure u. conc. Salzsäure zusammengestellt. Farblose feste, kampferähnliche, leichtflüssige, sublimirbare, scharf und sauer schmeckende Masse.
85) Alkoholige Oxalsäure.	$H_{13} C_{16} O_{22}$.	Durch anhaltende Erhitzung der Oxalsäure mit Alkohol; öligflüssig, sich mit dem Ammoniak zur weißen, pulvrigen, sublimirbaren, geruch- und geschmacklosen, im Waßer unlöslichen Masse vereinend.
86) Alcoholige Essigsäure.	Wie 69).	In Rhomboedern und 4seitigen, pyramidatisch zugespitzten Prismen krystallisirend; säuerlich, Lakmus röthend, Veilchensaft nicht ändernd; mit Alkalien leichtlösliche krystallisirbare Salze liefernd. (Aus dem Rückstande der widerholten Destillat. des Grünspanessig's mit Weingeist darstellbar.
87) Alcoholige Schwefelsäure (Schwefelweinsäure).	Wie 69).	Durch Vermischen von gleichen Theilen Alkohol u. Schwefelsäure, Erhitzen, Neutralisiren mit Kalk, Trennen der Flüssigkeit vom Gyps, Anschießenlaßen des schwefelweinsauren Kalks (das in zarten Blättchen erfolgt) und Zersetz. desselben durch Schwefelsäure. Tropfbar, flüchtig und durch Hitze leicht Veränderungen erleidend; entzündbare, mit blauer Flamme brennende Salze liefernd.

*) Die tropfbare Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Essigsäure ꝛc. könnte man als Hydrat zu dieser Abtheil. von Säuren bringen, wenn sie durch das Wasser in ihren Salzbildungen verändert würden, da dieses aber nicht der Fall ist, indem z. B. wasserfreie Schwefelsäure mit Kali dasselbe Salz gewährt, das durch tropfbare Säure erzeugt wird, so können die gen. und überhaupt die Hydrate die der Säuren so wenig als eigenthümliche Säuren aufgeführt werden, als man die der Alkalien als eigenthümliche Salzgrundlagen in Anspruch nimmt. — Die mit Alkohol gereinigte Phosphorsäure schwellt erhitzt zuletzt stark auf und sondert Kohle aus; wahrscheinlich, indem alkoholige Phosphorsäure zersetzt wird.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
88) Salpetrichte Weinsäure (?)	Wie 69).	Durch Destillation des Weinsteins mit Salpetersäure. Tropfbar, mit Metalloryden Salze bildend, die auf glühenden Kohlen keinen Essiggeruch entbinden (mit dem Weingeiste sich zu einer nicht sauer werdenden, wenig flüchtigen, Kampfer nicht auflösenden, Bernstein leicht auflösenden Naphta vereinend).

A) Mit zweifachem Säurer.

a) mit einfacher Grundlage.

α) Wassersauerstoff Säuren.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
89) Schleimsäure (Milchzuckersäure), Oralsaurer Schleim.	H 5 C 3 O 8 oder 3 C gesäuert durch H 5 O 5 d. i. durch Sauerstoffhaltiges Wasser.	1 Milchzucker oder Gummi wird mit 6 verdünnter Salpeters. bis zum gänzlichen Ueberdestillirtsein der Salpeters. erhitzt; der erkaltende Rückstand entläßt die durch etwas kaltes Wasser von der mit erzeugten Aepfel- und Oralsäure, und durch Lösen in (80 Th.) heißem Wasser und Durchseihen von dem oralsaurem Kalke zu reinigende, weiße, sandigpulvrige, schwach säuerliche, in der Hitze leicht zerstörbare Schleimsäure, die stark erhitzt unter andern Erzeugnißen einen braunen sauren Sublimat liefert, d. r nach John nicht Bernsteinsäure, sondern eine eigenthümliche Säure enthalten soll; Berlin. Jahrb. d. Pharm. XXI. Jahrg.
90) Korksäure.	Wie 69).	Geraspelter Kork mit 6 mäßigstarker Salpeters. erhitzt, dann zur Saftdicke abgeraucht, in (80) siedendem Wasser gelöst, erkaltet, wieder gelöst ꝛc., bis endlich die in Nadeln sublimirende, aus der wäßrigen Lösung bei deren Erkalten als weißes, körniges, schwach saures, Lakmus röthendes (in der Wärme wie Fett schmelzendes und dann erkaltet fasriges) Pulver niederfällt.
91) Gallensteinsäure.	Wie 69).	Stark erhitzt nach Talg riechende Dämpfe entlaßendes Gallensteinfett wird mit gleichviel conc. Salpeters. solange erhitzt, bis kein Salpetergas mehr entweicht, die rückst. Säure dann durch Auswaschen gereinigt. Pomeranzengelb, butterartig riechend, Lakmus röthend, bei 58° C. schmelzend, aus der geistig. Lös. in weißen Nadeln anschießend.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
92) Talgsäure (Stearin, Margarine)	Wie 69).	Neben Wallrath und Gallensteinfett im sog. Fettwachs vorkommend, das sich durch Luftabhaltung in langsam verwesenden Menschen- und Thierleichnamen erzeugt; desgleichen bei der Seiffenbildung und analogen

Wirk. der fixen Alkalien, des Bley- und Zinkoxyds auf Talg- oder Wallrath-Schweinefett ꝛc. entstehend. Zur Darstellung zersetzt man Talgseiffe durch warme Salzsäure, kocht die dadurch ausgeschiedene Talgsäure und Oelsäure mit Wasser aus, löst beide im gleichen Gew. sied. Alkohols und läßt diesen erkalten; es krystallisirt die (durch wiederholte geistige Lös. und Erkalten zu reinigende) Talgsäure in perlmutterglänzenden Nadeln und Blättchen, ist schmelzbar und gesteht zur pulverungsfähigen, fettigen Masse, die fast geschmack- und geruchlos ist; und Lakmustinct. in der Hitze röthet. Sie ist im Wasser unlöslich, mit Weingeist, Aether, Oelen, Harzen und Fetten einbar und giebt mit Natron die feste weiße Seife (neutrales salzs. Natron.)

*) Die dem Wallrath ähnelnde kryst. Fettmasse der menschlichen Gallensteine, welch man Gallentalg oder Cholestearin genannt hat, liefert nach Berard mit Salpetersäure behandelt eine noch näher zu untersuchende, eigenthümliche, oraniengelbe, krystallinische, in Alkohol Aether und flücht. Oelen lösliche, schmelzbare, orange und rothe Salze liefernde Säure, welche sich der weiter unten erwähnten Bittersäure anschließt.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
93) Oelsäure (Elain.)	Wie 69).	Durch der vorhin beschriebenen ähnliche Zersetz. der weißen Oelseiffe, so wie durch Abdunstung der nach Abscheid. der Talgsäure gebliebenen geistigen Flüssigkeit.

Weiße feste Nadeln bildend; bei 0° bis 10° C. zur farblosen oder gelblichen öligen Flüssigkeit schmelzend, Lakmus stark röthend, ranzig schmeckend (und oftmals ranzig riechend); häufig weiche Salze bildend, mit Kali als neutrales Salz die weiche weiße, als saures die gallertartige, in Wasser unlösliche, mit Natron die feste weiße (medizinische- alikantische- französische ꝛc.) Seiffe darstellend. Mit Bleioxyd durch Kochen das sog. Bleipflaster erzeugend.

*) Der vorzüglich im Pottfische heimische Wallrath zerfällt bei der Seiffenbildung mit Alkalien in ein saures und ein nicht saures Fett. Auf gleiche Weise zerfällt auch das Oel der Delphine in Talgsäure, Oelsäure und eine flüchtige, noch näher zu bestimmende Säure, welche man Delphinsäure gen. hat.

β) Kohlensauerstoff-Säuren.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
94) Strohfaßsäure,	H 1 C 2 O 4.	Das trockne mit Wasser bereitete Extract des Strohfaß's wird mit Weingeist erwärmt, der erhaltene geis-

stige Auszug für sich destillirt, der nun bleibende Rückstand mit Aether ausgezogen u. dieser letztere Auszug ebenfalls für sich destillirt; er hinterläßt einen gelben Saft, der mit Weingeist aufgelößt und dann mit Wasser versetzt Harz fallen läßt. Das über

diesem Harze stehende Wässrigflüssige enthält die durch Bleizucker gefällt werdende Säure, welche aus ihrer Bleioxydverbindung durch Schwefelsäure geschieden: blaßgelb, sauer, krystallisirbar und wie es scheint auch sublimirbar ist. Sie fällt nicht die Silbersalze, wohl aber die des Merkur-, des Eisen's und des Bley's weiß.

γ) Kohlenstickstoff- oder Blaustoff-Säuren.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
95) Blausäure (Preußische Säure, Berlinerblausäure.)	H + AC 2.	Indem man flüchtiges brennzliches Thieröl (Dippel's animalisches Oel, welches an sich farblos, durch Luft leicht gebräunt wird, endlich in Thierkohle und Wasser zerfällt, und neben dickflüssigem kohligem brennzlichem Thieröl z. B. neben sog. Knochen- oder Hirschhornöl bei der trocknen Destillation thierischer Körper erzeugt wird) in stark erhitzte tubulirte irdene Retorten tröpfelt, deren obere Oeffnung gleich darauf verschlossen wird, oder indem man gleiche Maaße Cyangas und Wasserstoffgas sich zu einen nöthigt (s. N. 12, N. 40 u. 46) ꝛc. s. a. a. O. Wasserhelle, bei −15°C. gefrierende, bei + 26,5° siedende, höchst flüchtige, stark zum Husten reizenden Bittermandelgeruch verbreitende, Lakmus röthende, anfänglich erfrischend dann scharf und reizend schmeckende, höchst giftige Flüssigkeit, die in den bittern Mandeln, in den Kernen der Früchte der Gattung Prunus, in den Pfirsichkernen, in den Blüthen des Pfirsich und Schleehdorn, in den Blattknospen der Ebereschen, Weiden, in den Blättern des Kirschlorbeer, Phirsich, süßen Kirschen, in der Rinde der Traubenkirschen ꝛc. enthalten ist, und daraus durch Destillation mit Wasser geschieden werden kann.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
96) Mekonsäure (Mohnsäure).	Enthält noch H O als Bestandtheil, u. wäre in dieser Hinsicht vielleicht als Säure mit 2facher Basis aufzuführen?	Nachdem man mit Ammoniak das Morphium gefällt hat (III. Uebers. N. 1) fällt man die Mekonsäure durch salzs. Baryt, und zersetzt den gereinigten mekons. Baryt durch sehr verdünnte Schwefelsäure. Krystallisirend, sublimirbar, schwerlöslich, Lakmus röthend, anfangs sauer, dann bitter schmeckend; mit Alkal. neutralis. Eisensalze röthend.

b) Mit zweifacher Grundlage.

α) Wassersauerstoff-Säuren.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
97) Brennzliche Weinsteinsäure.	H C 4 + H O 3.	Siehe II. Uebers. N. 2. Durch Sublimation so wie durch wässrige Krystallisirung in weißen, 4seitigen Nadeln und Schuppen anschießend. Schmelzbar, sehr sauer schmeckend, in 3 kalt. Wasser lös.

β) Kohlensauerstoff-Säuren.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
98) Gallussäure (Galläpfelsäure).	$CH2 + CO2$.	Langsame Erhitzung gepulverter Galläpfel in einem mit gläsernem Helm zu versehenden, kurzen Glaskolben, Reinigung durch Lösen, Durchseihen und Krystallisiren. Feine, weiße, perlmutterglänzende dendritische Blättchen, Nadeln und Octaeder bildelnd; anfänglich herb hintennach süßlich schmeckend, in 12 kalt Wasser löslich, mit Kalkwasser bei Luftzutritt violett, dann purpur und zuletzt braun gefärbt erscheinend, mit wenigem Eisenoxydsalz eine bläulich schwarze, mit viel eine bräunlichgrüne, zuletzt grünlichbraune Färbung gewährend. (Ueber Bereit. guter schwarzer Tinten, s. d. Gewerbsfr. I.—III.).

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
99) Gerbsäure (Gerbestoff, Tannin, oxydirte Gallussäure)	$C3H9 + C6O12$.	Aus Galläpfeln u. Baumrinden, Kino, Katechu u. z. B. indem man zerquetschten Weinbeerensaamen mit kaltem Wasser lange weichen läßt, den Aufguß durchseihet, abdunstet, eintrocknet, pulvert, mit Alkohol digerirt, und die also von Gallussäure befreiete Substanz trocknet. Spröde, bräunlichgelb, höchst zusammenziehend schmeckend, Lakmus röthend, in gewässertem Weingeist löslich, in Wasser gelösten Thierleim (Fleischbrühe rc.) zu einer lederartigen elastischen, nicht leicht faulenden, unlöslichen Masse fällend; desgleichen flüssiges Eyweiß, und flüssige Stärke bräunlich niederschlagend, Thier und Pflanzenfaser gerbend, mit Alkalien schwerlösliche, mit Metallen unlösliche Salze bildend, Eisenoxyd theils schwarzblau (theils bräunlich, theils grünlich) fällend.

*) Hieher gehören auch (vielleicht selbstständige Säuren bildend) a) der Cinchonin oder Chinastoff, den man aus der Chinarinde gewinnt. Er krystallisirt in Nadeln, schmeckt sehr bitter, und fällt Eisenoxydsalze lebhaft grün; b) der Rhabarbarin oder Rhabarberstoff; durch Ausziehen des trocknen (mehrmals gelösten und wieder eingedickten) Rhabarberwurzelextracts mit Alkohol und Abdampfung der geistigen Lösung, als dunkelbraune, eckelhaft bittere, Kalk- und Baryt röthlich und Thierleim in lockern Flocken fällende und Eisenoxydsalze Anfangs dunkelgrün, dann bräunlich niederschlagende Masse; und c) der Kino- und Katechustoff (auch in der Tormentillwurzel vorkommend) zusammenziehend, hintennach süß schmeckend, Goldauflösung reducirend, Eisenoxyd dunkelgrün fällend (wässriges Chlor löst den Niederschlag mit rothgelber Farbe auf).

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
100) Gerbbitersäure (Künstlicher Gerbstoff).	A H + C O 2.	Erwärmung verschiedener verkohlungsfähiger oder kohliger Substanzen z. B. d. Steinkohlen mit wässriger Salpetersäure, erzeugt mehrere Arten sog. künstlichen Gerbestoffs, welche glänzend braun oder gelblich sind, zusammenziehend schmecken, sich in Wasser und Weingeist lösen, Thierleim fällen, Eisenoxyd meistens braun niederschlagen und gewöhnlich Lakmus röthen.

*) Auch durch Behandl. organischer, besonders pflanzlicher Substanzen mit Schwefelsäure, oder auch mit Salzsäure erhält man eigen geartete sog. künstliche Gerbstoffe und künstliche Bitter.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
101) Bittersäure (künstl. Indigsäure).	$\dot{A}H + C_2O_2$.	Durch Behandl. des Indig. mit verdünnter Salpetersäure. Es entsteht zugleich künstliches gelbes Indigbitter und Harz. Kochen mit Bleioxyd und Waßer bildet flüssiges bittersaures Bleioxyd (während die übrigen Erzeugniße mit dem Bleioxyd in fester Form unlöslich bleiben) das durch Schwefelsäure zersetzt, die in sehr bittern und schwach säuerlichen weißen Nadeln anschießende, Lakmus röthende, zum Theil flüchtige Säure gewährt, welche Eisenoxydsalze röthet.
102) Bittergelbsäure (Künstliches Bitter des Indigo).	$AH + C_2O_3$.	Mit Salpeters. von 40° gekocht, geht die Bittersäure in Bittergelbsäure über, die in gelben Blättchen und Nadeln anschießt, sublimirbar ist, rasch erhitzt sich mit Explosion entzündet und Eisenoxydsalze nicht röthet.

*) Das bei Nro. 101 erwähnte künstliche Gelbharz scheint eine Verbindung der beiden letzterwähnten Säuren mit etwas Salpetersäure zu sein; mehr oder weniger abgeändert, bildet es sich überall, wo kalte conc. oder warme verdünnte Salpetersäure auf die Oberhaut (z. B der Hände) auf Seide, Zellstoff, Faserstoff, Käs ꝛc wirkt. Das mittelst Seide gewonnene nennt man auch welterisches Bitter. Auch gehört hieher Braconnots Aloesäure aus 1 Aloe mit 8 verdünnt. Salpeters., welche krystallisch gelb und unangenehm riechend ist, und mit Alkalien purpurnfarbene sehr verpuffende Salze liefert.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
103) Safransäure (Polychroit).	Wie 69).	Ausziehung des kalt und wäßrig bereiteten, trocknen Safranextracts mit Weingeist und Verdunstung des letzteren. Röthlich gelb, durchsichtig glänzend, honigartig riechend, von bitterem stechenden Geschmak, in Wasser selbst am Lichte schnell bleichend, durch wenig Tropfen Schwefelsäure indigblau, durch Salpetersäure grün werdend, Barytwasser röthlich, Eisenvitriol dunkelbraun fällend.

*) Auch das Gelb der Quercitronrinde, des Gelbholzes, des Wau, des Saflor, des Visetholzes, des Ginsters, der Avignonkörner ꝛc. besitzt saure Reaction und giebt vielleicht ebensoviele eigenthümliche gelbfärbende Säuren, als verschiedene Pflanzen sind, die es liefern.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
104) Blauholzsäure (Hämatin, Hämatoxylin).	Wie 69).	Darstellung wie bei der vorigen, nur daß statt Safran geraspeltes Blauholz (Kampechienholz) gewählt und der geistige Auszug mit Wasser versetzt wird, wo dann die Säure in Form feiner, gelbrother, sehr glänzender Schuppen und Kügelchen niederfällt; von herb-bitterem und scharfem Geschmack, sehr verdünnte Thierleimlösung langsam fällend, in 1000 Wasser, in Weingeist und Aether löslich, mit Alkalien und den Oxyden schwerer Metalle gefärbte, leicht zersetzbare Salze darstellend.

*) Auch das Lakmuspigment und Orseillenroth scheint eine ursprünglich rothe Säure zu sein; ähnliche aber nur gegen Salzblasen sauer reagirende Pigmente bieten dar, die Krappwurzel, der Saflor (das sog. Carthamin) der Fernambuk, die Cochenille (welche den rothen Carmin liefert) das Lak (Körnerlak und Stocklak) das Sandelholz, das Roth der Anchusa tinctoria ꝛc.; desgleichen das harzige Gelb der rohen Seide, der Curcumawurzel, des Orlean und des gelben Staubschwamms (Mucor septicus); ferner das harzige Grün des Guatimala- und Java Indigo und das des vermoderten Holzes. Auch das Augenschwarz und Sepien oder Tintenwurm-Schwarz (aus der Bisamsepie wird wahrscheinlich die chinesische Tusche bereitet) besitzt ähnliche, jedoch schwächere chemische Gegenwirkung, und ähnelt in dieser Hinsicht zunächst dem Blutroth oder dem färbenden Theile der Blutkügelchen, welches man durch Reiben des geronnenen Blutkuchens mit Wasser gewinnt. Die blauen Pigmente mehrerer Blumen und Beerenfrüchte verhalten sich gegen Thonerde, Zinnoxyd ꝛc. fast wie die übrigen und scheinen in dieser Rücksicht dem Hämatin zunächst zu stehen; wie dieses zunächst die Lakfarben bezeugen: s. I. Uebers. Nro. 20.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
105) Benzoesäure (Benzoeblumen, Benzoesalz).	$C_6 H_6 + C_{1,5} O_3$	Aus dem Harne (II. Uebers. N. 5) oder gewöhnlicher aus Benzoeharze (oder aus dem Storax, Peru- und Tolubalsam, flüssigen Storax, Drachenblut, Vanille, Calmuswurzel, und vielleicht auch aus der Salvia Sclarea, und dem gerösteten Haver) durch Erhitzung, und nochmalige gelinde Sublimation des erlangten ursprünglich braunen Sublimats. Weiße, undurchsichtige, perlmutterglänzende, biegsame, luftbeständige Nadeln und Blättchen, welche Lakmus aber nicht Veilchensaft röthen, kaum säuerlich schmecken, unerhitzt geruchlos sind, erwärmt zur wasserhellen Flüssigkeit schmelzen und sich dann verflüchtigen, in 200 Th. siedendem Wassers sich lösen und auf glühendem Eisen sich entflammen. Benzoes. Kali fällt Eisenoxydsalze fleischroth (das mit auf nassem Wege erhaltener Säure: gelbbraun).

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
106) Kampfersäure.	$C_6 H_6 + C_2 O_4$	Durch wiederholtes Destilliren derselben etwa das 24fache betragenden Salpetersäure über Kampfer. Krystallis. in rechtwinkligen und geschoben 4seitigen Blättchen und kleinen 6seitigen, federigverbundenen Säulen. Röthet Lakmus, schmeckt kaum säuerlich-süß und riecht fast safranartig. Sie ist sublimirbar, in 100 siedend Wasser löslich und das kampfers. Kali fällt Eisenoxyd gelblich.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
107) Rinden-säure (Ulmin).	C2 H4 + C1,5 O3 (?)	Aus den meisten Baumrinden als sog. reiner Extractivstoff scheidbar; im Saft der Ulme als saures rindensaures Kali (Klaproth's Ulmin) vorkommend. Schwarz, in Stücken roth und durchsichtig, mit Flamme verbrennend, aus der wässrigen u. aus der wässriggeistigen Lösung durch Säuren fällbar, Pflanzenfaser bräunend, Thierleim nicht fällend.

*) Vielleicht gehört der meiste sog. Extractivstoff hieher? Sollte sich diese Vermuthung bestätigen, so würden vorzüglich folgende Arten als besondere Arten der Rindensäure aufzuführen sein, welche sämmtlich aus dem fast farblosen Zustande beim Abdampfen in den gefärbten übergehen. A) Bitteres Extract oder Bitterstoff; a) Bitteres Baumrinden- und anderer Pflanzentheile Extract; spröd, muschligen Bruchs, in der Hitze theils erweichend, theils schmelzend, Lakmus röthend, von sehr bitterem Geschmack, als wässrige Lösung an der Luft bald faulend, erwärmt durch wiederholte Luftberührung in Häute und Flocken (sog. oxydirter Extractivstoff) übergehend, welche in Wasser und Weingeist kaum, in Kalilösung leicht auflöslich und daraus durch Säuren fällbar sind. Durch Chlorgas gelblich oder bräunlich fällbar; durch Salpeters. in Aepfel- Oxal- und Bittergelbsäure übergehend; auf offenem Feuer sich aufblähend, schwärzend, schwach entflammend und etwas schwammige Kohle hinterlaßend, mit Alaunerde, Bittererde ꝛc. und manchen schweren Metalloxyden unlösliche gefärbte Verbindungen darstellend; b) Walnußschalenbitter; farblos, bitter, scharf, durch Verschluckung von Sauerstoff Kohlensäure entbindend und sich schnell bräunend und dabei die Schärfe einbüßend; frisch: Eisenoxydsalze grünend, Silberauflösung fällend und durch Reduction sehr bald schwärzend; c) Quassiabitter in der Quasia, den Gentianen, der Polygala amara, wahrscheinlich auch in Wermuth, Hopfen ꝛc. bräunlichgelb, durchscheinend, spröde, gefeuchtet biegsam, sehr aber nicht widrig bitter, Lakmus röthend, mit Salpeters. Aepfelsäure liefernd, Eisenoxydsalze gelbgrün färbend und gelblich fällend; in absol. Alkohol und Aether unlöslich; d) Fieberkleebitter; dem vorigen ähnlich Eisenoxydsalze schmaragdgrün fällend; e) Bitter des isländischen Mooses; durch Reinigung des geistigen Extrakts von Salzen und Zucker mittelst lauen Wassers, und von Wachs mittelst etwas Aether darstellbar. Höchst bitteres, lockeres hellgelbes, in Wasser mit blaßgrüner Farbe wenig lösliches, durch Kochen mit flüssigem kohlens. Kali an Bitterkeit verlierendes und einen bräunlichen Niederschlag entlaßendes, in warmen flüssigen Alkalihydrat mit grüner Farbe lösliches, daraus durch Salzs. und Essig. als weißes Hydrath fällbares Pulver; dessen Lös. Eisenoxydsalze nicht ändert, Eisenoxydulsalze —?— hingegen violett röthlich) färbt; f) Angusturabitter, aus der ächten Angusturarinde, der Simarubarinde und der Colambowurzel. In Wasser mit braungelber Farbe löslich, durch Zusatz von Säuren an Bitterkeit gewinnend (entziehen diese ihm eine Salzbase?), durch Alkalien daran verlierend, Eisenoxydsalze dunkel bräunend und daraus einige röthliche Flocken fällend und Galläpfeltinctur weißgelb niederschlagend; g) Kaffeebitter; aus dem Absude des rohen Kaffee, den man mit salzs. Zinnoxydul fällt und darauf den Niederschlag durch Hydrothionsäure zersetzt. Gelb, durch wiederholte Lös. sich bräunend, durchscheinend, geruchlos, angenehm bitter, Lakmus schwach röthend, durch Mineralsäuren gelb, durch reine u. kohlens. Alkalien gelblich roth und roth, durch Brechweinstein bräunlich flockig fällbar, Eisenoxydsalze grasgrün färbend und fällend (der Niederschlag ist nur in Phosphors., Schwefels., Salpeters. und Oxalsäure auflöslich) in absol. Alkohol und in Aether unlöslich; h) Aloebitter; den Hauptbestandtheil der Aloe bildend, welche außerdem noch Harz enthält, das kalte wäßrige Ausziehung zurücke läßt. Braunroth, durchscheinend, von muschligglänzendem Bruch, gelbliches Pulver bildend, in mäßiger Wärme schmelzend, safranartig riechend, widrig bitter (bei trockner Destillation auch etwas Ammoniak erzeugend) in kalter Salpeters. mit grüner Farbe auflöslich, in Wasser gelöst durch Chlorgas gerinnend, weder schimmelnd noch faulend, Eisenoxydsalze dunkelbraun färbend, Brechweinstein nicht fällend, durch Galläpfeltinct. nicht fällbar, in abs. Alkohol u. Aether unlöslich; i) Sennabitter; aus den Blättern der Cassia Senna und lanceolata. Rothbraun, durchscheinend, durch Galläpfeltinctur aus der wäßrigen Lösung bräunlich, durch Chlor zum gelben Pulver fällbar, welches nicht in Wasser, aber in Weingeist löslich ist; k) Coloquinthenbitter; In Wasser und Weingeist,

nicht in Aether löslich, braun, Eisenoxydsalze bräunende, durch Gallustinct. nach langer Zeit fällbar; l) Sichtrübenditter; aus der Bryonia alba. Bitter, aber nicht scharf; auf glühenden Kohlen wie gebrannter Zucker, späterhin wie gerösteter Brod riechend. In Wasser und Weingeist löslich; Galläpfeltinctur nicht fällend; m) Syringenbitter. Aus der Syringa vulgaris. Nachdem man zuvor aus dem Absude der jüngeren Zweige durch salpeters. Bleiauflös. die Phosphors. Aepfels. und etwas Faser gefällt hat, schlägt man mittelst basisch essigs. Bleioxyd das Bitter nieder, zersetzt diesen Niederschlag durch verdünnte Schwefelsäure und erhält durch Abrauchen, dem Aloebitter an Geruch und Geschmack sehr ähnelndes, röthlichgelbes, in kaltem Wasser nur roth und braun werdend erweichendes, in heißem Wasser wenig lösliches, mit Flamme verbrennendes, mit Salpeters. u. Oxals. ein schönes gelbes Pulver bildendes Bitter, das Eisenvitriol schwärzlich grün fällt, und mit Weingeist eine dunkelrothe sich trübende Lösung bildet; n das Bittersüß des Solan. Dulcamara.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
108) Pflanzendungsäure (Moder, vermoderten Holz, Humus, Düngstoff, Dammerdeextract).	Im Allgemeinen wahrscheinlich C4H2 + C1,5O3.	Aus vermodertem Holz, Torf ꝛc. durch reine Kalilösung und Fällung mittelst nicht überschüssig zugesetzter Säure. Theils dunkelbraun, theils schwarzglänzend schuppicht oder brüchig, in der Hitze leicht verkohlbar, durch Wasser und Luftberührung das Sauerstoffgas der Luft in Kohlensäure wandelnd und dabei dem Wasser eine braune, weniger lösliche Materie abtretend, die endlich in reinste Erdkohle übergeht. Mit Phosphorsäure und Essigsäure sauer schmeckende Verbindungen gebend (saure Dammerde) in reinem u. kohlens. Kali und Natron leichtlöslich, daraus durch Kalkwasser dunkelbraun, durch Eisenvitriol braunschwarz fällbar; im Weingeist wenig löslich, gegen Thon oder Sand [aber nicht gegen Talkerde] positiv elektrisch werdend.

η) Kohlenstickstoffsäuren.

Namen.	Zusammensetzung.	Eigenschaften.
109) Isatinsäure (Indigküpensäure, Indigwasserstoffsäure.)	H1 C2 + A1 C2	Digestion der Blätter der Isatis tinctoria (der Indigofera, des Nerium tinctor., der Mercurialis perennis ꝛc.) mit Alkohol und Abdunstung des alkoholigen Auszugs entläßt die weiße krystallinische, an der Luft blau werdende und dann in Indigo übergehende Säure. Wird der reine Indigo mit Wasser und Substanzen zusammengebracht, welche einerseits dem Wasser Sauer-

stoff zu entziehen und dadurch Wasserstoff an den Indig zu übertragen, anderer Seits aber die gebildete Indigwasserstoffsäure zu binden vermögen, z. B. Kali oder Kalk und Eisenoxydul, oder Zinnoxydul, oder Schwefelarsenik ꝛc., so bildet sich im Wasser lösliches, gelblich gefärbtes, tropfbares isatinsaures Alkali, d. i. die sog. Indigküpe, die aus der Luft Sauerstoff anziehend unter Wassererzeugung Indig wiederherzustellen beginnt (sog. Blume der Küpe) und an gebeizte Zeuge das Alkali den Säuren der Beizen und die Isatinsäure der Faser des Zeuges übertragend, an der Luft allmählig durch grüne Färbung in das Indigblaue übergeht, indem die Isatinsäure (der Faser) ihren Wasserstoff an den Sauerstoff der Luft abgiebt. — Für sich erhitzter Indig, geht in ein dem Joddampf sehr ähnelndes purpurnes Gas über,

das zu purpurglänzendem nadelförmigem Sublimat erstarrt; der, gleich dem blauen Indigo, weder im Wasser noch Weingeist; wohl aber in conc. Schwefelsäure mit (der blaue Indigo mit brauner, bei Wässerung schön blau werdender) Farbe auflöslich ist.

C) Mit mehrfachen Säuren.

A) Mit einfacher (Wasserstoff) Grundlage.

α) Wasserstoffsauerstoff-Säuren (zur Zeit unbekannt; vielleicht gehören hieher verschiedene der in der folgenden Vten Uebersicht zu nennenden Bildungstheile, z. B. das Gummi, das z. E. wässrig-flüssiges basisches siliciumsaures Kali zersetzt, indem es sich mit dem Kali eint; rc.)

β) Kohlenstickstoffschwefel- (oder Anthrazothion-) Säuren:

110) Schwefelblausäure; vergl. I. Uebers. N. 40 u. 46.

γ) Kohlenstickstoffeisen-Säuren:

111) Eisenblausäure; vergl. I. Uebers. N. 40.

δ) Kohlenstickstoffkupfer-Säuren.

112) Kupferblausäure; a. a. O.

ε) Kohlenstickstoffmerkur-Säuren:

113) Merkurblausäure; a. a. O.

ζ) Kohlenstickstoffsilber-Säuren:

114) Silberblausäure; a. a. O.

115) Goldoxydblausäure; vergl. S. 485.

V) Uebersicht der weder entschieden basisch noch entschieden sauer gegenwirkenden, lebenden Leibern entnehmbaren Bildungstheile (die man in pflanzliche und thierliche zerfallen laßen könnte, wenn nicht mehrere derselben sowohl in Pflanzen als auch in Thieren zugegen wären):

Gattungs-Namen d. Bildungstheile.	Chem. Gattungswerth.	Vorkommen.	Arten der einzelnen Gattung.
1) Eyweiß (Albumen).	Mit Wasser organisch verbunden zähflüssig, Schaum bildend, mit kaltem Wasser einbar, bei 75° C gerinnend; gesotten opalisirend, bei 25° C getrocknet noch im Wasser löslich, bei großer Wasserverdünnung nicht mehr gerinnend, sondern sich nur trübend, durch essigs. Bleyoxyd, salpeters. Merkuroxyd u.	Vorzüglich in den Eyern der Vögel, verschiedener Amphibien, Fische, Insekten; in den Schwämmen, den meisten übrigen Gewächsen, besonders in den gährbaren Fruchtsäften, in den Blättern u. Stengeln der	1) Albumen der Eyer. 2) Albumen der serösen Flüssigkeiten, des Chylus und des Blutes; 3) Hirneyweiß (käseartig); 4) Blutroth (geronnen käseartig); 5) Eyweiß der Krystalllinse; dem geronnenen Blutroth mit Ausnahme der Farbe vollkommen ähnlich, wenn es zuvor durch Kochen zum Gerinnen gebracht worden. 6) Galactin, Käsestoff; in den durch Anstampfen mit Wasser Pflanzenmilch gebenden

Gattungs-Nam. ec.	Chem. Gattungsw.	Vorkommen.	Arten der einzelnen Gattung.
	Gallusauszug in reichliger Menge fällbar; mit Säuren theils neutrale lösliche, theils saure (in Wasser unlösliche) Verbindungen gebend. Es besteht wahrscheinlich aus C 18 O 6 A2 H15 und dürfte in den verschiedenen Arten durch Beitritt von mehr oder weniger organisch gebundenem HO abgeändert sein. Trokken eine gelbliche, glänzende, durchsichtige Masse von muschligem Bruche zeigend.	Gräser, der Gemüse-Pflanzen, der narkotis. Gewächse ec. bei höheren Thieren im Blutwasser in der Lymphe, im Hirne ec. erscheinend.	Saamen (z. B. Mandeln ec.) in der Thiermilch, dem Chylus ec. Die wässrige Lösung gerinnt nicht durch Kochen, wohl aber durch Säuren; 7) Zumin oder Hefeneyweiß; scheidet sich bei der weinigen Gährung im geronnenen Zustande als Hefe ab; bildet mit weniger Wasser das gewöhnliche Pflanzeneyweiß.
2) Thierfaser (Fibrin).	Ein festes, weißes, elastisches, geruch- u. geschmackloses, durch erhitzendes Austrocknen hornartig spröde werdendes, in kaltem Wasser, Alkohol, Oelen u. Aether unlösliches, mit Essig-, Milch- u. Phosphorsäure sich zur löslichen Substanz einendes, durch Sieden mit Wasser in lösliche, fleischbrühartige und zusammengeschrumpft unlösliche Materie zerfallendes Hydrat. Wahrscheinlich, C18 O5 A3 H15, im Zustande der trocknen Substanz.	Im Muskelfleisch, in dem an sich farblosen, gerinnbaren, nach dem Gerinnen (durch Stehen an der Luft) mittelst Wasser vom Blutwasser und Bluthroth trennbaren Theil des Bluts; in der Substanz der Membranen, Bänder, Gefäße, Häute, des Zellgewebes, der Haare, Wolle, Borsten, Klauen, Hufe, Nägel, Federn, Schuppen der Amphibien, der Gürtelthiere, in mehreren Corallenarten, im Badeschwamm ec.	1) Muskelfaser; nach dem Auskochen mit Wasser zurückbleibend. 2) Blutfaser. 3) Hornfaser (der Haare, Wolle, Klauen, Schuppen ec.
3) Thierschleim (Mucus)	Als Hydrat in der secernirten Flüßigkeit als aufgequollene, schlüpfrige, fadenziehende, klebende, schäumende, geschmack- und geruchlose, durch Kochen nicht gerinnende, in Säuren theils auflösliche, theils damit gerinnende, in wäßrigem Kali gänzlich lösliche und daraus durch Säuren fällbare, durch Gerbestoff coagulirbare Substanz; als ausgewaschener und getrockneter Schleim durchscheinend und spröde.	Haupttheil der von den Schleimabsondernden Membranen ausgeschieden werdenden Flüßigkeiten; ausserdem als aufgequollenes festes Hydrat in den von Störchen ec. ausgespieenen sog. Sternschnuppen od. Froschüberbleibseln; in den indischen Schwalbennestern ec.	1) Nasen- und Luftröhrenschleim; 2) (Gelber) Gallenblasenschleim, Lakmus röthend; 3) Gedärmeschleim (den Koth begleitend); 4) Harnwegeschleim; beim Trocknen rosenroth werdend; aus der alkalischen Lösung nicht durch Säuren, wohl aber durch Gerbestoff weißflockig fällbar.

Gattungs-Nam. ꝛc.	Chem. Gattungsw.	Vorkommen.	Arten der einzelnen Gattung.
4) Thiergallerte (Thierleim, Gallerte, Gelatin)	Die warme wässrige, gesättigte Lösung gesteht beim Erkalten zur zitternden Gallerte, wird als Flüssigkeit auch bei großer Verdünnung durch Gerbestoff zur lederartigen Substanz gefällt, ist getrocknet farblos oder gelblich, durchscheinend od. durchsichtig, elastisch und spröde, muschligen Bruches, geschmack- und geruchlos, in wässrigem Weingeist löslich und wahrscheinlich C 18 O 7 A 3 H 15.	In den weichen Theilen der Knochen, Knorpel, im Fleisch, vorzüglich im Zellgewebe, in der Lederhaut und den serösen Häuten.	1) Fleischgallerte; hieher gehören die sog. Suppentafeln; 2) Schleimgallerte; hieher ist vorzüglich der lösliche Theil der Hausenblase zu rechnen; 3) Leim (Tischlerleim).
5) Osmazom (Thierextract)	Mit mehr oder weniger milchsaurem u. salzs. Natron verbunden eine rothbraune, durchscheinende, (aus der Fleischbrühe erhalten, durch beigemischtes flüchtiges Oel würzig angenehm riechende) in Wasser und Weingeist leichtlösliche, durch essigs. und salpeters. Bleyoxyd, salpeters. Silberoxyd und Gallusaufguß fällbare Masse, deren chemischer Bestand noch unbekannt ist.	Im Muskelfleisch, Hirn, Blutwasser und ähnlichen thierischen Flüssigkeiten, im Agaricus campestris (Champignon) A. theogalus, bulbosus, und muscarius (giftiger Fliegenschwamm); ꝛc.	1) Fleischosmazom 2) Blutwasser-Osmazom; 3) Schwammosmazom.
6) Salivin (Speichelstoff).	Durchsichtig, in kaltem Wasser leichtlöslich, mit Wasser erhitzt sich beim Sieden nicht trübend, desgleichen nicht durch Säuren, Alkalien, salzs. Merkuroxyd u. Gerbestoff; im Weingeist unlöslich. Chemischer Bestand unbek.	Im Speichel; in den Austern, Muscheln, im Schaafwasser der Kühe, im Kinspech.	1) Speichelstoff 2) Schleimsalivin; in den Austern ꝛc. 3) Eyweißsalivin; im Schaafwasser ꝛc.
7) Kleber (Triticin,) Mehlleim, Colla).	Trocknen Körpern stark, dem Wasser gar nicht adhärirend; sehr elastisch; getrocknet, bräunlichgrau, durchscheinend, hart, spröde, muschlichen Bruches, im Wasser wenig löslich, daraus schon bei 62°C in gelblichen geronnenen Flocken niederfallend, durch wässriges Chlor daraus	Nur in Pflanzen; vornähmlich in den Getraidearten, z. B im Weizen, Reis, Spelz, Roggen, Gerste; aber auch in Bohnen, Erbsen, Linsen, Wicken, Eicheln, Kastanien ꝛc.	1) Triticin; in den Getraidearten. 2) Legumin; in den Hülsenfrüchten; löslich in Aether, Kalk aus verschiedenen sauren Auflösungen zur unlöslichen Verbindung fällend).

Tgl. ...ngs.-Nam. ꝛc.	Chem. Gattungsm.	Vorkommen.	Arten der einzelnen Gattung.
	weißflockig fällbar, in Kalihydrat auflöslich, daraus durch Säuren unter Schwefelwasserstoff-entbindung als nun unelastische Substanz fällbar; in Schwefelsäure und in Salzsäure unter chem. Aenderung auflöslich, im Weingeist unlöslich; bei der Berührung des Satzmehls Zuckergährung einleitend und dann in eine lösliche Materie übergehend; chemischer Bestand wahrscheinlich: $C_{18}\ O_4\ A_3\ H_{13}$.		3) Fungin d. i. der fleischige Theil der Schwämme und Pilze nach Behandlung mit schwach alkalischer Lauge als weiche, unschmackhafte, kaum elastische Materie zurückbleibend; 4) Hordein oder Cevadin (sog. unlösl. Satzmehl der Gerste, holzartig, dem Sägemehl ähnelnd; 5) Pollenin (Blühenstaubstoff); sehr leichtes und sehr entzündliches, gelbes, lockeres, in Alkohol, Aether, Wasser, Oelen ꝛc. unlösliches Pulver; welches mit Salpeters. theils ein fettes Oel, theils künstl. Bitter liefert, mit Wasser u. Luft lange stehend, gleich dem Käse fault. Unlöslich in Alkalien, (der der Dattelpalme auflöslich in Salpetersäure). 6) Schleimkleber (oder Flechtenfaser) das Skelet der Lichenen und ähnlicher Gewächse bildend (vielleicht zweckmäßiger unter Amylon zu ordnen).
8) Holzfaser (Pflanzenfaser)	In Wasser, Weingeist, Aether, Oelen ꝛc. unlöslich, desgleichen in Alkalien und in Säuren, durch conc. Schwefelsäure (unter Wasser- und Essigsäure Erzeugung) nur verkohlbar, unschmelzbar, durch Wasser aufquellend, in der Hitze sich krümmend (im frischen Zustande sich werfend) noch unter der Siedhitze des Merkur sich entzündend, mit gelber Flamme brennend; als gereinigtes Sägmehl riechende Substanzen anziehend, Pigmenten stark adhärirend. Ihr chem. Bestand. $C_6\ H_6\ O_{16}$.	In allen Hölzern, im Bast, der Rinde, den Blättern ꝛc.; sehr rein in der gebleichten Hanf-, Flachs-, Nessel-, Baumwollen ꝛc. Faser. (Befeuchtete Sägespähne bilden beim Luftzutritt Moder, ohne Luft oder bei verminderten Luftzutritt, bleiche oftmals phosphorescirende Substanz; sind mit Sau- artig u. un-	1) Holzfaser; giebt mit Salpeters. Oxalsäure. 2) Linnenfaser (Papier) giebt mit Salpeters. Oxalsäure und Korksäure, mit Wasser anhaltend gekocht, ein weiches, kleisterartiges Hydrat. 3) Medullin (Markfaser) z. B. des Hollundermarks; weich weiß, locker, elastisch; verkohlt eine metallisch glänzende Kohle gebend, giebt mit Salpetersäure keine Korksäure. 4) Suber (Kork) vorzügl. in der äusseren Rinde des Quercus Suber; sehr leicht, weich, sehr elastisch, mit Salpetersäure Korksäure und wenig Oxalsäure liefernd. 5) Amylonfaser (Stärkemehlartige Faser der Kartoffeln, junger Steckrüben, Möhren ꝛc. beim Stockigwerden aller Wurzeln in Holzfaser übergehend) durch langes Kochen mit Wasser kleisterartig werdend, der sauren Gährung fähig.

Gattungs-Nam. rc	Chem. Gattungsw.	Vorkommen.	Arten der einzelnen Gattung.
9) Amylon (Amydon, Satzmehl, Kraftmehl, Stärke).	In siedendem Wasser löslich, in Alkohol, Aether und Oelen unlöslich, durch lindes Rösten an Löslichkeit gewinnend, aus der wässrigen Lösung durch Gallusauszug als Gerbestoff-Amylon (pulverig bräunlich) fällbar. Für sich geruch- und geschmacklos. Sein chem. Bestand = $C2 + HO$; als Hydrat noch mehr oder weniger HO enthaltend.	ter Zusatz von Mehl durch Gährung in eine löslichere Substanz verkehrbar; Rindenbrod, Holzbrod). Nur in Pflanzen, vorzüglich in allen Saamen (mit Ausnahme jener der Acotyledonen) theils in den Saamenlappen (wie bei Aesculus, Pisum, Ervum, Faba etc.) theils ein Albumen der Saamen (z. B. d. Monocotyledonen, besonders der Gräser), theils in Stamm und Zweigen der Monocotyledonen, hingegen wie in denen der Dycotyled. (z. B. bei mehreren Palmen, der Sagopalme rc.) theils in der sog. Blattsubstanz der Flechten (z. B. beim isländischen Moos) theils häufig in Wurzeln, vorzügl. der Kartoffeln, Bataten,	1) Inulin (Helenin, Alantstoff) in den Wurzeln der Inula Helenium, Angelica archangelica, Anthemis pyrethrum, im Kraut der Datisca cannabina etc.; gelblich weiß, durchscheinend krystallinisch körnig, durch Hitze ausgetrocknet zerreibl. weißen Staub bildend; im Wasser von 60° C leichtlösl., dann schleimig, jedoch durch Fließpapier seihbar, nicht schäumend; mit Jod eine gelbliche Verbindung gebend; in Vitriolöl mit brauner Farbe auflöslich; stark erhitzt nach gebranndtem Zucker riechende Dämpfe entbindend; 2) Stärkmehl; Amylon d. Getraidearten und der meisten Wurzeln. In Wasser von 85°C löslich, eine schleimige Flüssigkeit bildend, welche beim Erkalten (Kleister bildend) geliefert; die wässrige Lösung bildet abgedampft eine trockne hornartige Masse, unabgedampft in der Luft eine Kleisteraale haltende, sauer, schimmlig und faul werdende Flüssigkeit. Mit verdünnter Schwefelsäure anhaltend gekocht geht es in Stärkezucker über. Mit Jod erzeugt es eine purpurne, oder violette, oder blaue Verbindung; in warmer verdünnter Salpeters. löst es sich mit grüner Farbe; in kaltem Vitriolöl zur steifen kohligen Masse auf. Durch Berührung von Kleber und Wasser erzeugt sie den Malzzucker und für sich geröstet bildet sie die lösliche braune Substanz mancher Biere. Stärkzucker und Malzzucker sind der weinigen Gährung fähig. 3) Moos-Amylon. Mit kaltem Wasser aufschwellend, mit heißem eine schleimige Lösung, mit 23 Wasser eine Gallerte bildend. In kaltem wässrigem Kali löslich und daraus durch Säuren nicht fällbar. Als Hydrat an der Luft ohne fauligen Geruch schimmelnd. Durch Sieden mit verdünnter Schwefels. in Stärkzucker

Ordnungs-Nam.	Chem. Gattungsw.	Vorkommen.	Arten der einzelnen Gattung.
		Erdmandeln, Zeitlosen, Gichtrüben, in den meisten Rübenarten.	übergehend. Durch Kleberberührung Malzzucker bildend. In den Wurzeln der Orchisarten mit Stärkmehl vereint vorkommend (Salep).
10) Zucker.	Farblos od. bräunlich, krystallinisch oder syrupartig, geruchlos, süß schmeckend, durch Vitriolöl (bei einigen Arten nur in der Wärme) verkohlbar, unter Wasser und Essigs. Erzeugung; in wässrigen Säuren, in wässrigen Alkalien auflöslich, in Weingeist weniger löslich als im Wasser, mit Jod farblose Verbindungen gebend; bis zur beginnenden Zersetzung erhitzt: den Geruch des brennenden Zuckers darbietend, mit mehreren Metallsalzen schwerlösliche Verbindung. eingehend. Hinsichtlich des chemischen Bestandes $= CH2 + CO2$.	In Pflanzen und in Thieren; in den ersteren am häufigsten z. B. in allen süßen Säften. Aus dem Satzmehl d. galvanische Einwirkung des Klebers und Wassers, und durch ähnl. Wirkung der verdünnten Schwefelsäure, desgleichen durch Sieden fetter Oele (besonders des Olivenöls) mit Bleioxyd erzeugbar und ebenso d. Sieden der Holzf. mit verd. Schwefelſ.	1) Leichtlöslicher krystallinischer Zucker (Rohrzucker). Aus dem Zuckerrohr, den Runkelrüben ꝛc. In wasserhellen, geschobenen 4seitigen oder unregelmäßig 6seitigen, 2flächig zugeschärften (an der Zuschärfungskante zuweilen wieder abgestumpften) Säulen anschießend, im Dunkeln geschlagen phosphorescirend, durch anhaltende Schmelzung sich bräunend, dann feuchtziehend und zähflüssig. Mit Kali eine nicht süße, mit Weingeist unmischbare, mit Kalk (der sich in Zuckerwasser leichter als in reinem Wasser löst) eine wenig süßliche Verbindung, mit Oxalsäure, und Weinsäure unkrystallisirbare Syrupe bildend; in absolutem Alkohol kaum löslich. Mit Gummi sich zum zähen, unkrystall. Schleim einend. Nach Döbereiner geben 170,4 Gew. Th. Zucker bei der Weingährung 82,6 Kohlens. und 87,6 Alkohol und 1 Gran Zucker giebt durch Hefe in Gährung gesetzt, stets 0,94 rheinl. d. d. Cub. Zoll kohlens. Gas;

2) Malzzucker (Honigzucker, Traubenzucker, Harnruhrzucker). Im Honig, in den Trauben und allen süßen Früchten, in den zahmen Kastanien, und im Harne der an Honigharnruhr Leidenden. Durch langes Kochen der Stärke oder des Milchzuckers mit verdünnter Schwefelsäure, durch Keimung, durch Schwefelsäure-Behandlung der Leinfaser m. Schwefels. wässriger, so wie d. gegenseitige innige Berührung d. wässrigen Stärke und des (besonders jenes durch Keimung schon löslich gewordenen) Klebers erzeugbar. In leicht zerreiblichen, halbkugligen, warzigen, efflorescirenden Massen ꝛc. seltener in Nadeln anschießend; $2^1/_2$ mal weniger süß als der vorige, weniger löslich und mit Hefezusatz der Weingährung fähig;

3) Schleimzucker; im Birkensafte, den Möhren, den unreifen Nägeln d. Zea mais ꝛc. gewöhnlich in Verbindung mit den vorigen Arten; durch gelindes Schmelzen derselben erzeugbar, einen zähen Syrup darstellend, der weinigen Gährung fähig.

4) Gallenzucker oder Picromel; in der Galle der Ochsen, Hunde, Katzen und mehrerer Vögel. Süßlich scharf, zähe und klebrig, der weinigen Gährung unfähig, in Wasser leicht löslich und feuchtziehend, in Weingeist leichtlöslich;

5) Scheele's Süß; bei allen Verseifungen der Fette mit Salzbasen; in Wasser leichtlöslich, syrupartig, unkrystallinisch, mit siedendem Wasser zum Theil überdestillirbar, der weinigen Gährung unfähig, mit kalihaltigem Weingeist ohne Zersetzung mischbar;

6) Extractivzucker (Glycyrrhizin). Im Süßholz, in den Wurzeln von Tritic. repens. Polypod. vulg. im Bolet. speudoigniar, in der Sarcocolla 2c. Durchsichtig spröde, hornartig glänzend, widrig süß, der weinigen Gährung unfähig.

7) Schwammzucker. Aus Agaricus campestris, acris u. m. a. Arten; aus Boletus juglandis, Peziza nigra, Phallus impudicus, Hydnum repandum etc. In Wasser und Weingeist löslich, in feinen seidenglänzenden Nadeln oder langen, rechtwinklig 4 seitigen Säulen krystallisirend; weiß, wenig süß, der Weingährung fähig;

8) Mannazucker (Mannit) ohngefähr $^{4}/_{5}$ der Manna ausmachend; ausserdem im gegohrnen Zwiebelsafte und im Runkelrübensafte vorkommend; Spuren weiniger Gährung zeigend; in weißen, durchscheinend seidenglänzenden, feinen 4 seitigen Nadeln, von lieblich süßem Geschmacke anschießend; in Wasser leicht, in Alkohol wenig löslich;

9) Milchzucker; aus denen beim Käsemachen abfallenden Molken durch wiederholte Verdunstung, Klärung, Wiederauflösung und Abdampfung in weißen, durchscheinenden, 4 seitigen, 4 flächig zugespitzten Säulen, von blättrigem Gefüge krystallisirend; sehr hart, wenig süß, in Weingeist unlöslich, in 7 kalten und 3—4 siedend. Wasser löslich, kaum der weinigen Gährung fähig (es sey denn, daß er in Malzzucker verwandelt worden).

Gattungs-Nam. 2c.	Chem. Gattungsw.	Vorkommen.	Arten der einzelnen Gattung.
11) Gummi (Pflanzenschleim, Acacin)	Farblose, oder gelbliche, spröde, durchscheinende oder durchsichtige, geruchlose, fadschmeckende, unkrystallinische, in Weingeist unlösliche, mit dem Wasser einbare Masse, von muschligem Bruch, der weinigen Gährung unfähig; dem chem. Bestande nach $= CH1 + CO1 + HO$.	Nur in Pflanzen; theils im Zellgewebe der meisten nicht holzigen Pflanzentheile, theils auf der äußeren Saamenhaut (z. B. beim Lein-, Quitten-, Flohsaamen 2c.) oder nur das Albumen der Saamen bildend; z. E. bei vielen Pflanzen mit Schmetterlingsblumen; oder nur in der inneren Saamenhaut.	1) Acacin (arabisches Gummi) aus Acacia vera, A. arabica und A. senegal. Stark glänzend, fadenziehende wäßrige Lösung bildend, in Ammoniak, Kalk- und Kalihydrat auflöslich, aus der letzteren Auflösung nach einiger Zeit flockig niederfallend; Kieselfeuchtigkeit trübend, salpetersaures Merkuroxydul weiß fällend, salpeters. Merkuroxyd zwar nicht fällend aber damit eine rosenrothe Flüssigkeit bildend, ähnlich jener, welche sich auch über dem Niederschlage des Oxyduls nach einiger Zeit erzeugt. Mehr zur Schleimform neigend sind die hieher gehörigen leichtlöslichen Antheile des Tragantschleims, Kirschgummi, des Schleims des Hyacinthus non scriptus, verschiedener sog. Gummiharze, des Reisextrakts, der gerösteten Stärke, der Myrrhe, des Catechu 2c. 2) Bassorin (Cerasin, Prunin) im Bassora-Gummi, im Tragant, Kirschgummi, im Gummi Katira, im Gummi-

Nat. zu ges. Nam. ꝛc	Chem. Gattungsw.	Vorkommen.	Arten der einzelnen Gattung.
		(Bei Anthyllis tetraphylla) oder in den Fleischgefäßen unreifer Früchte; z. E. dicht am Steine der Zwergmandel. Durch Rösten der Stärke bildbar.	Bdellium, im Quittenschleim, Leinsaamenschleim ꝛc.; mit Amylon in der Altheewurzel, mit Pflanzensäure in der sog. Pflanzengallerte der Himbeeren, Brombeeren, Zitronen, Pomeranzen, ꝛc. Mit kaltem Wasser zur Gallerte oder zum Schleime aufquellend, durch anhaltendes Sieden mit Wasser in Acacin übergehend. (Mit etwas Harz organisch verbunden sog. Quellschleim z. B. der Calendula od. sog. Calendulin bildend?)
12) Asparagin (Spargelstoff)	Aus dem ausgepreßten, filtrirten und zur Saftdicke abgerauchten Spargelsafte, in wasserhellen, geraden, geschobenen, mit abgestumpften Endkanten versehenen Säulen anschießend. Chemischer Bestand ist unbekannt.	Im Spargel. (Robiquet fand einen ähnlichen in Rectanguläroctaedern krystallisirenden Bildungstheil in der Süßholzwurzel.)	Beide Arten, der säulenförmige und der octaedrische, sind leichtlöslich in Wasser, in Weingeist unlöslich, und weder durch essigs. Bleioxyd, noch durch Gallusabsud fällbar.
13) Saponin. (Kratzendes Extract, Seifenstoff).	Hellbraun und durchsichtig, hart und brüchig; anfänglich süßlich, hintennach beißend schmeckend und im Halse kratzend. (Lakmus röthend.) Geruchlos; in Aether und Oelen unlöslich, in wäßrigem Weingeist löslich.	In der Wurzelrinde und in den Blättern der Saponaria off., in der Jalappwurzel, in der Wurzel des Polypod. vulg., in dem Sapindus saponaria ꝛc und in Polygala senega.	1) Leichtlöslicher; in der Saponaria etc.; in Wasser leicht löslich; neutrales salzs. Eisenoxyd olivengrün fällend. 2) Senegin; in der Polyg. senega. Mit Wasser ein aufgequelltes Hydrat bildend, ohne sich zu lösen; im Weingeist löslich.
14) Emetin.	Bräunlichrothe, durchscheinende, fast geruchlose, bitter und etwas scharf schmeckende, jedoch nicht eckelerregende, unschmelzbare (durch trockne Destillation, gleich den meisten Bildungstheilen) zersetzbare, keine krystallinische Structur zeigende durch geistige	Aus der Rinde der Ruhrwurzel (der Psychotria emetica, Callicocca Ipecacuanha und Viola emetica — ob auch im Asarum europaeum?)	1) Der erwähnte Emetin wirkt in kleinen Gaben Brechen erregend, in größeren giftig; seine wäßrige Lösung fällt nicht den Brechweinstein u. die Eisensalze, löst sich in wäßrigen Schwefelsäure und Salzsäure unverändert auf, desgleichen in Essigsäure, aber nicht in Oxalsäure und Weinsäure, wird durch concentrirte Alkalilaugen zersetzt, durch in Weingeist gelöstes „Jod" roth und durch

Gattungs-Nam. rc.	Chem. Gattungsw.	Vorkommen.	Arten der einzelnen Gattung.
	(keinen Stickstoff enthaltende) Schuppen.	Extraktion, welcher die mit Aether vorangegangen, und Befreiung des geistigen Extrakts von Wachs und Gallussäure durch Wasser und kohlens. Baryt, Fällung des Emetin aus der wäßrigen Lösung durch essigs. Bleioxyd und Zersetzung des Niederschlags mittelst Hydrothionsäure.	Gallustinctur schmutzigweiß gefällt. 2) Vielleicht gehört hieher der aus dem geistigen Extrakt der Meerzwiebel (Scilla maritima) entnommene, auch Brechen erregende farblose, zerreibliche, höchst widrig bittere, hintennach süßliche, auf dem Bruch harzig glänzende Scillitin?
15) Olivil.	Aus der geistigen Lösung in weißen gedrückten Nadeln anschießend, oder als ein glänzendes körniges Pulver niederfallend; bei 70° C. schmelzend, beim Erkalten gelblich werdend. Geruchlos, bittersüß, etwas würzig schmeckend, in Aether unlöslich; chem. Bestand unbekant.	Mit Harz und etwas Benzoesäure im Olivenbaumgummi.	Dem Oelbaumol [illegible] ähnelnd verhält sich eine in kleiner Menge dem Elemiharze beigemischte, durch Aether scheidbare, weiße, pulvrige Substanz.
16) Harz.	Durchscheinend oder durchsichtig, farblos oder (nie rein Blau) gefärbt, theils weich, theils elastisch, theils spröde (im letztern Fall gewöhnlich durch Reiben stark elektrisirbar) durch Wärme erweichend und gemeinhin auch zur zähen, Faden ziehenden Flüßigkeit	Gewöhnlich mit flüchtigen Oelen vorkommend z. B. in allen Balsamen die entweder nur aus Harz und flücht. Oel bestehen (Terpenthine) oder aus Harz, „Benzoe-	1) Hartharz, starr, von muschlig fettglänzendem Bruche, theils milde, theils scharf (z. B. Harz der Euphorbien, des Gummigutt, des Scammonium, der Jalappe, des Guajak, der Aloe, des Lerchenschwamm und des Pfeffers) theils leichtlöslich (z. B. Fichtenharz, Mastixharz, geschmolzenes Terpentinharz oder Colophonium) in Weingeist, theils schwerlöslich (z. B. Kopal, Asphalt und Glanzrußharz); 2) Weichharz, entweder

[illegible] tungs-Namen	Chem. Gattungsw.	Vorkommen.	Arten der einzelnen Gattung.
	schmelzend, welche den trocknen Materien stark anhaftet; nicht verdampfbar. Meistentheils im Aether, weniger häufig im Weingeist (Geistige Firniße) in den ätherischen Oelen (z. B. die Terpenthinölfirniße) und in fetten Oelen (fette Firniße) löslich. Chemisch. Best. gewöhnlich $C_8 H_{12} O_2$ bis $C_9 H_{14} O_2$; seltener A 1 O 2 bis O 3 aufnehmend.	saure u. ä. Oel (würzige Balsame); in Verbindung mit Gummi und verwandten Gebilden in den Milch- oder Gummiharzen, welche mit Wasser gerieben eine Milch bilden, aus welcher das Harz nur durch Säure fällbar ist. Im Holze, in der Rinde, Wurzel, Blättern u. Saamenbehältern vieler Gewächse, besonders der perennirenden. Durch Sauerstoffanziehung, oder auch durch Säureaufnahme (z. B. die Umwandelung des Bernsteinöls durch rauchende Salpetersäure in moschusartig riechendes saures Harz) aus äther. Oel erzeugbar.	in Weingeist leicht löslich u. milde z. B. das unter allen Harzen am meisten verbreitete grüne Weichharz, dem die grünen Pflanzentheile ihre Farbe verdanken und das mit Kleber vereint, im sog. grünen Satzmehle der Pflanzensäfte vorkommt; desgleichen das Harz der Pappelknospen; oder leicht löslich und scharf (z. E. das Harz der Wurzel der Senega, des Alant, der Veilchen, des Bertram, der Seidelbastrinde, der Gratiola off., des Tabaks und der Süßholzwurzel) oder in Weingeist schwerlöslich (bis an's Unlösliche grenzend); z. E. Harz der Stechpalme und der Distel (Vogelleim) die Rückstände des geistigen Auszugs des Sandarack und Mastix (Sandaracin und Masticin). 3) Federharz (Kautschuk) Im Weingeist unlöslich, im Aether und in einigen ätherischen Oelen löslich; elastisch. Hieher gehört das eigentliche Gummi elasticum, welches als Milchsaft verschiedenen indischen Gewächsen (z. B. der Hevea Cautchouc, Ficus religiosa, F. indica etc.) entfließt, und durch Trocknen im Rauche seine braune Farbe erhält, durch Aether erweicht aneinander haftet und daher zu Röhren rc. verarbeitbar ist, und sich unvollkommen in fetten Mandelöl löst. Aehnliche Federharze liefern auch der gemeine Feigenbaum, die Milchsäfte der Rhus-Arten, der Euphorbien, Asclepias Arten, Cichorien rc. Ihm ähnelt in chemis. Hinsicht das elastische Erdharz.
17) Wachs	Leicht schmelzbar, in Terpentinöl löslich; mit fetten Oelen, zum Theil auch mit Aether und Alkohol einbar, mit	In den Bienenzellen, im Pollen vieler Blumen, als Ueberzug vieler Blätter	1) Cerin; schmilzt bei 41° C, in 16 sied. Weingeist, leicht in Aether und in heißem Terpenthinöl löslich, aus dem es beim Erkalten in Körnern anschießt;

Gattungs-Name etc.	Chem. Gattungsw.	Vorkommen.	Arten der einzelnen Gattung.
	Alkalien (Wachs) Seifen bildend, durch Luft, Licht u. Wasser bleichbar. Wahrscheinl. C 8 H 12 + H O.	und Früchte (z. B. der Myrica-Arten) im grünen Satzmehl des Mauerpfeffers, des Kohles, der reifen Gerstenstängel; im Mehlthau u. im Ambra.	2) Myricin, härter und spröder als 1), schmilzt bei 35 bis 37,5 C, braucht 123 Th. siedenden Alkohols zur Lösung, ist in Aether kaum, im Terpenthinöl aber leichtlöslich, ohne sich aus der Lösung beim Erkalten zu scheiden; 3) Ambra (grauer Amber); läßt sich mit Alkal. schwer verseifen, ist in siedendem Alkohol etwas, mehr in Aether und in flüchtigen u. fetten Oelen löslich.
18) Fett (fettes Oel, Talg, Unschlitt, Wallrath).	Entweder flüßig oder fest; im letzteren Zustande gewöhnlich weiß, oftmals krystallinisch schuppig; fühlt sich fett an, verbreitet stark erhitzt einen eigenthümlich widrigen Geruch, eint sich leicht mit Alkalien, brennt (gleich dem Wachse) mittelst des Dochtes; entflammt stark erhitzt. Siehe S. 511.	Im Thier- u. Pflanzenreich häufig. Selten in der Wurzel (z. B. beim Cyperus esculentus) häufig in den Saamen der Dicotyledonen; seltener in Früchten (Oliven).	1) Trocknendes fettes Oel; (z. B. Leinöl) durch Einkochen bis auf 5/6 terpenthinartig zähe, in flüßigen fetten Oelen kaum löslich (Buchdruckerfirniß) schmierige fette Seifen liefernd, Schwefel auflösend, mit wäßrigem Ammoniak eine flüß. milchige Seife (Liniment. volatile) liefernd; in 30 bis 40 Th. kalten Alkohol und leicht in Aether löslich, mit ätherischen Oelen in allen Verhältnissen mischbar; 2) Schmieriges fettes Oel; trocknend; das S. 511 erwähnte Elain, in den meisten Thierfetten neben Talg zugegen, an der Luft in Talg übergehend, ohne zu trocknen; wird leichter ranzig als die vorige Art, verseift sich leichter; 3) Talg oder Stearin, s. S. 511. 4) Wallrath oder schmelzbarer Cetin; s. S. 511. Krystallisirt aus der geistigen Lös. in perlmutterglänzenden Blättchen.
19) Kampfer.	Im Weingeist u. Aether, in flüchtigen u. fetten Oelen leichtlöslich, unter + 42° C starr, ohne Docht brennend, krystallinisch u. körnig. Durch Einwirkung des salzs. Gases auf flüchtige Oele erzeugbar. (Wahrscheinl. C 9 H 14 O 1.)	In mehreren flüchtigen Oelen, in der Wurzel (und Blättern etc.) des Laurus Camphora (Laur. Cinnamon etc.) in den Wurzeln u. Blättern verschiedener scharfer Gewächse.	1) Gemeiner Kampfer; aus Laur. Camphor. Unzersetzt sublimirbar, durch salzs. Gas, so wie auch durch rauchende Salpetersäure ölig zerfließend, durch Wasser wieder erstarrend, in 1000 Th. Wasser löslich, von warmen, bittern Geschmack und durchdringendem Geruch; in Alkalien unauflöslich; in geistigen Octaedern krystallisirbar. 2) Alantkampfer; aus der Wurzel des Inula Helenium. In Säulen, Nadeln und Wür

fest krystallisirend; bei der Sublimation in talgähnlichen Blättchen; macht auf Papier Fettflecken; mit Wasser destillirbar, alantartig riechend und würzig schmeckend;

3) Haselwurzkampfer; aus der Wurzel des Asarum europaeum. Mit Wasser destillirbar; aus dem Destillat theils in kleinen weißen Körnern, theils in langen, zarten, weißen Spießen anschießend. Auf Papier verflüchtigt einen Oelfleck hinterlaßend, von scharf kampferigen Geschmack und Geruch;

4) Anemonenkampfer; aus dem Kraute der Anem. Pulsatilla und pratensis. Weiße längliche Blättchen und Nadeln, welche auf heißem Bleche schmelzend ohne Rückstand verdampfen; fast geruchlos, fest und fettartig, geschmolzen von höchst brennendem, Zunge betäubendem Geschmack; giftig.

5) Cantharidenkampfer; aus den spanischen Fliegen. In Wasser und kaltem Weingeist unlöslich; in Aether leichtlöslich, aus heißem Weingeist beim Erkalten in kleinen glimmerartigen Blättchen niederfallend, die zu $^{1}/_{100}$ eines Grans auf der Haut Blasen ziehen.

6) Helleborin; aus der Winternießwurzel (Helleborus hyemal.) wahrscheinlich auch aus vielen scharfen Harzen. Bei 30° C flüßig, in vielem Wasser löslich, mit etwas Wasser krystallisirbar, geruchlos, höchst scharf schmeckend und den Schlund reitzend. Die geistige Lös. fällt Eisensalze purpurroth.

7) Betulin oder Birkenkampfer; in Form wolliger Vegetationen aus der Oberhaut der Birke hervortretend, sobald Birkenstämme bis zum Bräunen der Rinde an windstillen Orten erhitzt werden; so locker, daß 8 bis 10 Gran den Raum eines Pfundes Wasser einnehmen; mit angenehmen Geruch auf glüh. Kohlen verdampfend, zum Theil sublimirbar, in 120 kalten und 80 heißen Weingeist löslich.

8) Bernsteinkampfer (flüchtiges Bernsteinharz); nachdem alle Säure und flüchtiges Oel des destillirten Bernsteins entbunden, im Retortenhalse als staubiger Sublimat sich anlegend; gereinigt glänzend gelbliche, zwischen 80 und 100 C. schmelzende, in der Kälte geruch- und geschmacklose, in 320 sied. Weingeist lösliche Blättchen bildend.

9) Salzsäurekampfer (Terpenthinkampfer; salzsaures Terpenthinöl) 100 Terpenthinöl nehmen 30 salzs. Gas auf und geben damit 110 künstl. Kampfer und 20 eines farblosen, unter 0° C krystallinisch erhärtenden, sehr Salzsäure haltigem Gemisch. Der gewonnene Kampfer ist gereinigt: theils nadelförmig, theils körnig krystallinisch, riecht nicht nach Terpenthin, sondern schwach kampferartig, schmeckt würzhaft, ist weiß, durchscheinend, zähe, sublimirbar und entbindet in der Rothgluth viel salzsaures Gas.

Gattungs-Name.	Chem. Gattungsw.	Vorkommen.	Arten der einzelnen Gattung.
20) Flüchtiges Oel (ätherisches oder wesentliches Oel, Pflanzen-	Gewöhnlich farblos, tropfbar, ohne Fettfleck verdampfend, ohne Docht entflammbar, mit Weingeist, Aether, Fett und Harz leicht mischungsfähig; desgleichen einbar mit Phosphor, Schwefel, einigen Pflanzensäuren, Schwefel-	In allen drei Naturreichen. Häufig erzeugbar durch trockne Destillation der Pflanzen, wie der Thierkörper, seltener durch Auflös. der Metalle. (In	1) Erd-Naptha (Naphta und Berg- oder Steinöl, wasserhell, sehr flüßig, mit absolut. Alkohol mischbar, durch rauchende Salpetersäure gelblich werdend; 2) Brenzliches Oel a) pflanzliches: weiß, durch Luft u. Wasser sich wenig bräunend, schneller durch Manganoxyd, mit Essigsäure innigst einbar, gewöhnlich von zähem harzigkohligem Oele be-

Gattungs-Nam. ic.	Chem. Gattungsw.	Vorkommen.	Arten der einzelnen Gattung.
Äther; Spiritus Rector).	kohlenstoff, Chlorschwefel, selten mit Alkalien, Chlormetallen ic. Durch die Luft, u. durch einige Säuren verdichtbar und dann in Harz oder Kampfer übergehend.	Wasser wenig löslich, damit unter andern die sog. „riechenden destill. Wässer" darstellend.)	gleitet, und in Verbindung mit einer den Glanzrußharzen ähnelnden Materie. Theer erzeugend; von höchst durchdringendem Geruch; b) thierliches s. S. 509. 3) Würziges leichtes Oel; hieher gehören die meisten der äth. Pflanzen- u. Thieröle

(z. B. Bibergeilöl, Ammoniakharzöl, Baldrianöl, Wermuth-, Kamillen-, Zitronen-, Lavendel-, Bergamott-, Rosen- ic. Oel) und unter jenen auch das Terpenthinöl; ebenso das künstliche Weinöl, welches bei der Bereitung des Schwefeläthers gewonnen wird;

4) Fettiges äther. Oel; weich, bei höherer Temperatur schmelzend; z. B. das Fuselöl, welches dem Branntwein seinen üblen Geruch ertheilt und sich durch Wasser und Kälte talgartig scheidet; das Oel der mit Wasser destillirt. eingesalzenen Rosenblumen; das butterartige der Petersilie ic.

5) Schweres würziges Oel; im Wasser zu Boden sinkend, sich mit rauchender Salpetersäure entzündend. Z. B. das Gewürznelkenöl, das des weißen und braunen Zimmts, der Sassafraswurzel, der Myrrhe, des Bdellium, des Safran;

6) Blausaures Oel; Blausäure haltig; s. S. 509.

7) Scharfes tropfbares Oel (zum Theil in Anemonenkampfer und verwandte Kampferarten übergehend) z. B. des Meerrettig, Löffelkraut, Knoblauch und der Zwiebeln;

8) Scharfes gasiges Oel (flüchtige Pflanzenschärfe). Nicht destillirbar, sondern während der Destillation sich verflüchtigend, sehr scharf, zum Niesen reitzend, Haut röthend, Blasen ziehend; bis jetzt nur in Verbindung mit Wasser oder Weingeist dargestellt. Z. B. Schärfe des frischen Meerettigs, Senfs, der frischen Scilla maritima, mehrerer Ranunkeln, Clematis- und Rhus-Arten ic.

Anm. Hier schließen sich die künstlichen Naphthen, der Aether und der Weingeist an, von denen die ersteren Vereinigungen entweder des Weingeists oder des Aethers mit Säuren, der andre eine Verbindung des Weingeists mit ölbildendem Kohlenwasserstoff und der letztere eine Vereinigung von 100 ölbild. Gas und 100 Wassergas zu 100 Alkoholgas oder als wassersaurer Wasserkohlenstoff = C H + H O oder als ein Zucker dem statt des entzogenen C O 2 ein Antheil O zugekommen ist, der mit 1 H des Zuckers Wasser bildete.

Bem. 1) Alle Mischungen zerfallen in folgende Hauptarten: a) Verbrennungen b) Salzungen d. i. Vereinigungen der mehr oder weniger verbrannten Metalle mit Säuren, c) salzartige Mischungen, wohin die meisten Verbindungen der nicht entschieden basischen oder sauren Bildungstheile unter sich und mit Verbrannten, desgleichen die des Weingeists und Aethers mit Säuren gehören; und d) Phlogistisirungen oder Vereinigungen der Oxydirbaren (oder Unverbrannten) unter sich. — Den verschiedenen Verbindungszustand eines Brennbaren mit einem Verbrenner oder Säurer haben wir in den vorhergehenden Uebersichten bei den Sauerstoffungen durch Oxydul und Oxyd, bei den Verbindungen des Chlor, durch Haloidul und Haloid ic. und ebenso die Einungen der Brennbaren z. B. Sulphuroidul und Sulphuroid unterschieden; sonst nennt man auch die äußerste Oxydationsstufe z. B. eines Metalls das Peroxyd und Hyperoxyd; die dem Metall nächste Stufe das Protoxyd (u. die zwischenliegenden folgenden, durch Vorsetzung der griechischen Zahlwörter; Deutoxyd, Tritoxyd ic.).

a) Da nur das Sauerstoffgas den athembaren Theil der atmosphärischen Luft enthält, so prüft man die Güte derselben (Luftgüteprüfung, Eudiometrie oder Oxymetrie) indem man ihren Gehalt am gasigen Sauerstoff mittelst des Eudiometer oder Oxymeter bestimmt. Das tauglichste unter allen ist das Wasserstoffeudiometer Volta's, welches nach Döbereiner's Vereinfachung bei Hofmechanik. Körner in Jena billigen Preises und gut gearbeitet zu haben ist. Man füllt mit gleichen Volumtheilen der zu prüfenden Luft u. mit reinem Wasserstoffgas, entzündet das Gemenge mittelst eines elektr. Funkens. Die nach dem Abbrennen statt habende Verminderung der Luft ist 3mal größer, als das Volumen des verschluckten Sauerstoffgases (weil ein Maaß Sauerstoffgas stets 2 Maaß Wasserstoffgas bindet) und giebt mithin mit 3 dividirt die Menge des in der Luft vorhanden gewesenen Sauerstoffgases an — Indeß ist der Sauerstoffgasgehalt der an den verschiedensten Orten geschöpften Luft fast stets derselbe, (vielleicht indem das Stikgas der Luft dem Wasser Sauerstoff entzieht) und was die Luft verdirbt, sind gewöhnliche irrespirable Beimischungen.

§. 156.

Die nur Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff haltigen Bildungstheile pflegt man vorzugsweise vegetabilische, jene, welche ausserdem auch Stickstoff enthalten (vorzüglich wenn dieser in solcher Menge zugegen ist, daß dadurch sehr abweichende Eigenschaften hervorgebracht werden) animalische Stoffe zu nennen; für den menschlichen Organismus sind die letzteren die eigentlich nährenden, und da jene Bildungstheile, welche sehr giftig sind, ebenfalls Stikstoff reich zu seyn pflegen, so dürfte der Unterschied zwischen Nahrungsmittel und org. Gift zunächst nur in dem chemischen Bestande (der chem. Constitution) oder in der Art zu suchen seyn, wie der Stikstoff gebunden ist; s. die 3te, 4te und 5te Uebersicht. Im Allgemeinen zeichnen sich die Bildungstheile von den anorganischen Verbindungen durch die größere Manigfaltigkeit ihres Bestandes aus, indem sie nicht sowohl in binären, sondern gewöhnlich in ternären, quaternären ꝛc. Verbindungen bestehen, bei denen das Wasser häufig die Rolle des Vermittlers galvanisch-chemischer Veränderungen führt. Am auffallendsten findet dieses Statt bei der sog. freiwilligen Zersetzung, Selbstentmischung oder Gährung.

1) Die meisten Bildungstheile erscheinen verkörpert; nur wenige noch näher zu untersuchende sind gasig (z. B. die giftigen Gase einiger Pflanzen z. B. des Giftbaums, und die Miasmen und Ansteckungsstoffe; wie wohl diese als krankhafte Erzeugniße von den eigentlichen Bildungstheilen zu trennen sind; sie unterscheiden sich von letzteren unter andern dadurch, daß sie sich in andern Organismen organischvertheilend wiedererzeugen; s. m. Syst. d. Chem. Einleit.

2) Die Erzeugniße der trocknen Destillation der organischen Körper enthalten Ammoniak und Blausäure, wenn jene Körper Stickstoff haltig waren, hingegen nur Spuren von beiden,

und dagegen Essigsäure (und mitunter auch Benzoesäure,) und um so mehr Kohlensäure, wenn ihnen der Stickstoff abgieng; ausserdem sind beide Destillationen gewöhnlich von Wassergas, Kohlenwasserstoffgas, und von Wasserstoff Kohlenstoff oder Stickstoff-Wasserstoff Kohlenstoff-Entwickelung in Form der flüchtigeren und der zähflüssigen (braunen und schwarzbraunen, stinkenden) brenzlichen Oele begleitet und hinterlassen, wenn während der ganzen Operation Luft- (und Wasser) Zutritt möglichst verhindert wurde, Pflanzen-, oder Thierkohle; erstere hat zu Hauptbestandtheilen Kohlenstoff und Wasserstoff (C12 bis C10 H.) enthält aber gewöhnlich ausserdem noch kleine Mengen von Legirungen und Vererzungen folgender Metalle: Calcium, Kalium, Sodium, Magnium, Aluminium, Silicium, Barium, Mangan, Eisen, Kupfer, Schwefel, Phosphor, Jod, Chlor, und gewöhnlich auch etwas Stickstoff; indeß kommen nie alle genannte Stoffe in ein und derselben Kohle vor. Verbrennung verwandelt die meisten derselben in Oxyde und Säuren, daher die Asche ein durch Verbrennung erzeugtes Salzgemisch ist; die letztere (CHA1) hat ähnliche Beimischungen (jedoch gewöhnlich les walten Phosphor und Calcium und daher in der Asche stets phosphorsauren Kalk als charakterisirenden Mischungstheil) mit Ausnahme des Jod, Kupfers, Baryums, und Aluminiums; dahingegen Hesypor. Um org. Körper (zerstöhrend) in ihre chemischen Elemente zu zersetzen, mengt man (nach Döbereiner) den zu zersetzenden Antheil mit hinreichendem durch Feuer bereitetem Kupferoxyde (od. braunem Bleioxyde) u. bringt das Gemenge in einer mit einem Gasleitungsrohr und pneumatischen Merkurapparat in Verbindung stehenden Glasröhre nach und nach zum Erglühen; der Kohlenstoff verbrennt dadurch auf Kosten des in dem Kupferoxyde concentrirten Sauerstoffs zu Kohlensäure und der Wasserstoff zu Wasser, während der Stickstoff als Stickgas frei wird. Aus der Raum- und Gewichtsmenge dieser Erzeugnisse, berechnet man jene des in dem org. Körper anwesenden Kohlenstoffs, Wasserstoffs und Stickstoffs.

3) Bei allen Gährungen, wohin wir ausser der Infusorien u. Schimmelbildung, die Keimungs od. Zuckerbildung od. Zuckergährung, die Weingeistbildung oder Weingährung, die Essiggährung, Verwesung u. Fäulniß zählen, ist die galvanische Wirksamkeit das Prozeßbedingende; daher bei jeder mindestens 4 verschiedene Leiter, von denen sich zwey durch Berührung electrisiren und der dritte, gewöhnlich das Wasser, die Rolle des die E empfangenden Leiters übernimmt; alle sind daher auch von Wasserzersetzung begleitet, aber häufig wird wieder neben soviel Wasser erzeugt (aus den Gegenbestandtheilen der gährenden Substanzen und der einzelnen Bestandtheile des zuvor zersetzten Wassers) als zersetzt wurde, z. B. bei der Weingährung. Ausserdem haben aber auch gebundene Wärme und das gebundene Licht, insofern sie durch die Cohärenz mindernde Gewalt des Wassers und der Luft zur freieren Wirksamkeit gebracht werden, und erstere zum Theil entbunden wird, grossen Antheil an den Gährungserzeugnissen und Gährungserscheinungen. Daher sind Flüssigkeit und Luft zur Gährung unentbehrlich; und umgekehrt verdirbt, verwest oder fault kein org. Körper, der Wasser- und luftfrei erhalten wird. So zerfällt der durch Hefe (oder Kleber) electrisirte und durch Wasser und Luft hinsichtlich seiner Wärme- und Lichtwältigung aufgeregte und veränderte Zucker (bei der Weingährung) in Weingeist u. Kohlensäure (S. 409) unter Verschluckung atmosphärischen Sauerstoffs in Essig (u. Kohlensäure) übergehend; so entwickeln sich in wenig organische Substanz enthaltendem Wasser Infusionsthiere

Priestleysche grüne Materie und Conferven ähnliche mehr vegetabilische Gebilde, und bei geringerem Wassergehalt und feuchter (sauerstoffärmerer?) Luft Schimmel und kleinste Schwämme. So liefert die Verwesungsgährung saure kohlige Substanzen und diesen entgegen erdharzige oder fettige Massen; desgleichen Salpetersäure und thierischer Moder; so die Fäulniß Kohlensäuregas und Kohlen-, Schwefel-, Phosphor-, Metall- und Blaustoff-Wasserstoffgase, desgleichen Ammoniak und einige flüchtig ölige Erzeugnisse, mit Hinterlassung von wenig, oft von gar keiner Asche; vergl. m. Experimentalphys. Kap. VII. Ueber 9 verschiedene Gährungsarten; m. Einl. in d. n. Chem. S. 222.

4) Der Weingeist oder Alkohol, (entwässerter Spiritus) dessen Eigengew. = 79 ist, wenn das des Wassers gleich 100 gesetzt wird, stellt eine farbenlose, durchdringend feurig schmeckende, (als genossene tropfbare Flüssigkeit und als Gas) berauschende, angenehm riechende, sehr entzündliche, mit Wasser, ätherischen Oelen und Aether in allen Verhältnißen mischbare, weder klebrig noch im Mindesten zäh seiende, dem Wasser hinsichtlich der Adhäsion zu thierischen Theilen nachstehende Flüssigkeit dar, welche gegen die meisten Säuren basisch wirkt und sie mehr oder weniger abstumpft. Werden gleiche Gewichtstheile Alkohol und Vitriolöl vorsichtig gemischt und in einem gläsernen Destillirapparat erhitzt, so wird die Hälfte des Alkohols vollkommen zersetzt, indem sich die Säure seines Wassers bemächtigt und das ölbildende Gas frei macht (S. 409) das aber im Momente der Entstehung mit dem unzersetzt gebliebenen Antheile Alkohol sich zu Aether (Schwefeläther, Vitriolnaphta) eint. Weitere Erhitzung führt zur ähnlichen fortschreitenden Zersetzung des Aethers, theils in Aetherhaltiges (ätherisches) ölbildendes Gas, theils zu Weinöl (S. 510) späterhin zu Harz und Kohle; zugleich wirkt ein Theil der sich ausscheidenden (bräunenden und endlich schwärzenden) Kohle auf die nach und nach zwar gewässerte, aber dennoch nicht zu stark verdünnte, sehr erhitzte Schwefels. zersetzend; es bildet sich viel kohlensaures Gas, während anfänglich schweflichtsaures Gas und zuletzt selbst Schwefel frei wird. Ueber die Beziehung der zäheren Tropfbarkeit des Aethers, der Oel- und Harzbildung zu den Erzeugnissen lebender Wesen; s. mein. Bemerk. im Berl. Jahrb. d. Pharmac. XXI. Jahrg.

5) Der Aether ist farblos, höchst flüchtig und entzündlich, schwimmt auf dem Wasser, fordert das 12fache desselben zur Lösung (bildet in Weingeist gelöst den sog. Schwefelätherweingeist oder Hofmannischen Liquor und verbrennt mit Sauerstoff (wie der Weingeist) zu Kohlensäure und Wasser. Sein chem. Bestand ist CH + CH2O. — Die meisten Chemiker betrachten die Naphten als Einungen des basischen Alkohols mit Säuren, und setzen sie hierin den alkoholischen Säuren (S. 506) zur Seite, indeß scheint der Alkohol selbst entweder nur dergleichen Säuren oder ähnliche mehr ölige Erzeugniße zu begründen, von denen die Natur mehrere in dem eigenthümlichen Aroma der Weine (z.B. alkoholisirte Weinsäure und basischen weinsauren Alkohol im Rheinwein; basischen apfelsauren Alkohol neben alkoholis. Weinsäure in den Frankenweinen, und alkoholis. Aepfelsäure im Aepfelwein) darbietet; uns scheinen sie größtentheils Verbindungen von etwas wasserhaltigen Säuren mit Aether zu sein, und letzterer die Grundlage aller Naphthen auszumachen. Die bekanntesten dieser meist angenehm riechenden Naphten sind die Salpeternaphta (Salpeteräther) = (C2 H3 O) + N O3; die leichte Salznaphta (l. Salzäther) = C2 H3 O + Ch H und die Essignaphta (Essigäther) = C2 H3 O + H3 C4 O3;

auch gehört hieher die durch Einwirkung des Chlors auf Alkohol, Aether und ölbildendes Gas erzeugbaren naphtartigen Verbindungen hinsichtlich der übrigen Naphten s. m. Experimentalph. VII.

§. 157.

Die mannigfaltigen Veränderungen der entstehenden, sich entwickelnden, sich erhaltenden und absterbenden Organismen lassen nicht nur eine physiologische sondern auch eine chemische Deutung zu. Hinsichtlich der letzteren bemerken wir im Allgemeinen, daß in den lebenden Pflanzen und in denen ihnen ähnlichen Organismen die Erhöhung der Brennbarkeit (meistentheils durch Einverleibung des Kohlenstoffs der Kohlensäure und des Wasserstoffs des Wassers) fast alle Wachsthumsänderungen begleitet, während in den Thieren der theilweisen Brennbarkeitserhöhung die Einverleibung und Unterordnung des Sauerstoffs stets zur Seite steht, und in den Corallen, Zoophyten rc. die Ausgleichung der Ungleichverbrandten (oder die Salzbildung) mit den Entwickelungen gleichen Schritt hält. Bei den Pflanzen begünstigt das von Aussen zukommende Licht die bemerkten (mit Sauerstoffausscheidung verbundenen) Veränderungen; bei den Thieren das innere, gebundene und durch ununterbrochene Galvanisirung wechselnd zur freieren Wirksamkeit kommende Licht und die innere Wärme und bei den Zoophyten die gleichmäßige Galvanisirung (wie sie ungleiche Leiter 2ter Klasse zu gewähren vermögen) den Verlauf der Gestaltsentwickelung und Umwandelung.

1) Eine ausführliche Nachweisung aller hieher gehörigen Lebensänderungen und chemischen Entwickelungswerthe findet man in der Einleit. zu m. System d. Chem.

2) Ueber Keimung, Wurzel-, Stamm-, Blatt-, Blüthen- und Frucht-Vorrichtung; über die Aushauchung des Sauerstoffgases der grünen, feuchten, befeuchteten Blätter rc.; über Verdauung, Respiration, Perspiration, Ausdunstung, Excretion rc. ebendas.

§. 158.

Erwägen wir, daß die athmenden Wesen durch den eingeathmeten, an Licht und Wärme reichen Sauerstoff nicht überwältigt und in todte, nur chemischwirksame oder nur gegenthätige Massen verkehrt, sondern zu erhöheter Selbstthätigkeit getrieben werden, und bedenken wir ferner, daß überall, wo die Natur ihren

Sauerstoff den Einzelwesen unterordnet, sie entweder die Möglichkeit zur Unterhaltung des Lebens vorbereitet (denn nur die oxydirten Substanzen sind assimilirbar, d. h. können ihre Selbstwesenheit aufgebend eingehen in die Leiber der Lebendigen) oder dieses aus seinem Grabe erweckt (wie z. B. bei den Infusorien), und vergessen wir endlich nicht, daß das Lebensgleichgewicht (z. B. des unbebrüteten Eyes) nur durch Wärme aufgehoben und zur wechselnden Erneuerung der freieren Selbstthat gebracht wird, so ist offenbar die Luft des Himmels mit ihrer Wärme- und Lichtspendung der Befreier des Geistigen auf der Erde von der Gewalt der Elemente, und das Leben selbst, das fortdauernde Zeichen dieser beginnenden Befreiung (s. §. 1). Wie aber im Kleinen jeder einzelne Organismus (die nur wachsende, gleichsam nie über den Thierembryonen-Zustand hinaustreibende Pflanze, und das vom Wachsen zur geistigen Entwickelung sich wendende, solche aber nur im Menschen erreichende Thier) für die eigenthümliche Entwickelungsstufe und mithin für die Geschichte des irdischen Lebens das bestimmte Zeichen giebt, so ohne Zweifel auch jeder Weltkörper mit seiner Gesammtmasse für die des Lebens der gesammten Körperwelt; denn auch die (bei den Planeten, wie es scheint metallisch wäßrige) Masse der einzelnen Weltkörper ist fortdauernd von demselben Himmelsäther umgeben, der zur Luft verdichtet den Athem zeugt, und der, indem er auflösend wirkt, selbst den Anziehungen der Weltkörper unterliegt, und indem er gebunden wird, die starren Bande dessen löst, der ihn fesselt.

Bonn,
gedruckt bei Býhrel und vom Bruch.